

農業経営分析の実践性に関する研究

溝 田 俊 之

目 次

序章 本研究の目的と構成	
第1節 問題意識と課題	57
第2節 概念定義と分析の視点	57
1. 経営の目標・目的・手段	57
2. 農業経営分析における技術	58
3. 目標・目的と経営改善	58
4. 農業経営分析が具備すべき条件と本研究の分析視点	59
第3節 小括	60
第4節 農業経営分析の展開	60
1. 経営診断と農業技術の経営的評価	60
2. 生産関数分析と技術の定量的評価	62
3. 数理計画法による農業経営分析の展開	63
4. 効率性測度を用いた農業経営分析	65
第5節 既往の研究の問題点と本研究の分析視点	66
第1章 水田の圃場区画と機械作業の能率	
第1節 はじめに	69
第2節 圃場区画形状と作業時間	69
1. 圃場区画の拡大と圃場作業量	69
2. 作業効率の規制要因	70
第3節 圃場区画が規模拡大に与える影響	71
第4節 最適な圃場区画	74
第5節 まとめ	74
第2章 ネギ作の機械化と大規模経営確立	
第1節 はじめに	75
第2節 データと方法	75
1. (研究1) 防除作業、収穫作業の省力化	75
2. (研究2) 調製作業の省力化	76
第3節 結果及び考察	77
1. 防除作業、収穫作業の省力化	77
2. ネギ調製機の経営的評価	78
第4節 まとめ	81
第3章 切花球根養成技術の経営的評価	
第1節 はじめに	82
第2節 データと分析の方法	82

1. 球根養成のパフォーマンス	82
2. モデル	82
第3節 結果および考察	83
1. 選択可能なプロセス	83
2. 歩留りと所得	83
3. 球根養成栽培技術と所得の向上	84
第4節 まとめ	85
 第4章 技術効率による酪農経営の診断	
第1節 はじめに	86
第2節 データと経営の概要	86
第3節 フロンティア生産関数と経営効率	87
1. フロンティア生産関数	87
2. 技術効率	87
3. 配分効率	87
第4節 計測結果	88
1. フロンティア生産関数	88
2. 効率指標の分布	89
3. 技術効率の階層性	89
第5節 技術効率の規制要因	90
第6節 酪農経営の診断	90
1. 飼養頭数規模と経営改善の方向	90
2. 個別経営の診断	91
第7節 まとめ	93
 第5章 経営効率分析法 DEA による花き農家の経営診断	
第1節 はじめに	95
第2節 経営診断の到達点	95
1. これまでに開発された経営診断手法	95
第3節 DEA による経営診断	97
1. DEA に基づく効率の推定	97
2. ユリの産地づくりと普及指導の方向	98
3. 作業日誌分析による非効率経営の改善方策の解明	101
第4節 まとめ	103
 終章 要約と残された課題	
第1節 本研究の要約	104
第2節 残された課題	106
 謝 辞	106

引用文献		107
Summary		110

序章 本研究の目的と構成

第1節 問題意識と課題

本論文の目的は、実践性の観点から、農業経営分析の改善を試みることである。

農業経営分析は、農業経営の改善に直接役立てることのほか、普及事業などの指導機関の課題決定や、試験研究機関で開発した技術の評価などの利用場面がある。しかし、過去、様々な農業経営分析手法が開発されてきたにもかかわらず、それらの手法を用いて経営改善に取り組んだり、指導課題を決定したという事例はそれほど多いとはいえない。また、技術開発の場面では、経営的評価を経て実用化された技術であっても全く普及しないものもある。それは、農業経営分析が現場の要求に応えられていないためであると考えられる。現場の要求とは、その経営にとって何が基本的な問題かを抽出する「問題発見」の機能と、その問題を解決するための「具体的改善策提示」の機能である。

そこで、その点に関して従来行われてきた農業経営分析を見ると、①他の経営または標準との比較から、問題点を発見するが、具体的な改善策提示には至らない、②経済学の視点から、技術進歩の程度および方向、技術水準の高低などの構造を明らかにし、問題発見をするが、改善策は抽象的である、③改善策は具体的に提示できるものの、専ら経営計画の作成に特化するため、改善効果が保証されないなど、「問題発見」、「具体的改善策提示」のいずれかに問題があった。そのため、手法そのものは数多く開発されてきたにもかかわらず、農業現場や普及事業、試験研究に十分に生かされているとはいえない状態にある。農業経営分析は、問題発見と構造的把握、具体的改善策の構築とその効果予測ができなければ実践的には大きな意味を持たない。本研究では、以上の反省にたち、これらの条件を満たす農業経営分析を構築することを目指すものである。そのために、まず、次節において、経営の目標・目的と経営改善の意味について考察し、その後、従来行われてきた農業経営分析に関する研究をレビューすることで、既往の研究の問題点と課題を明らかにする。

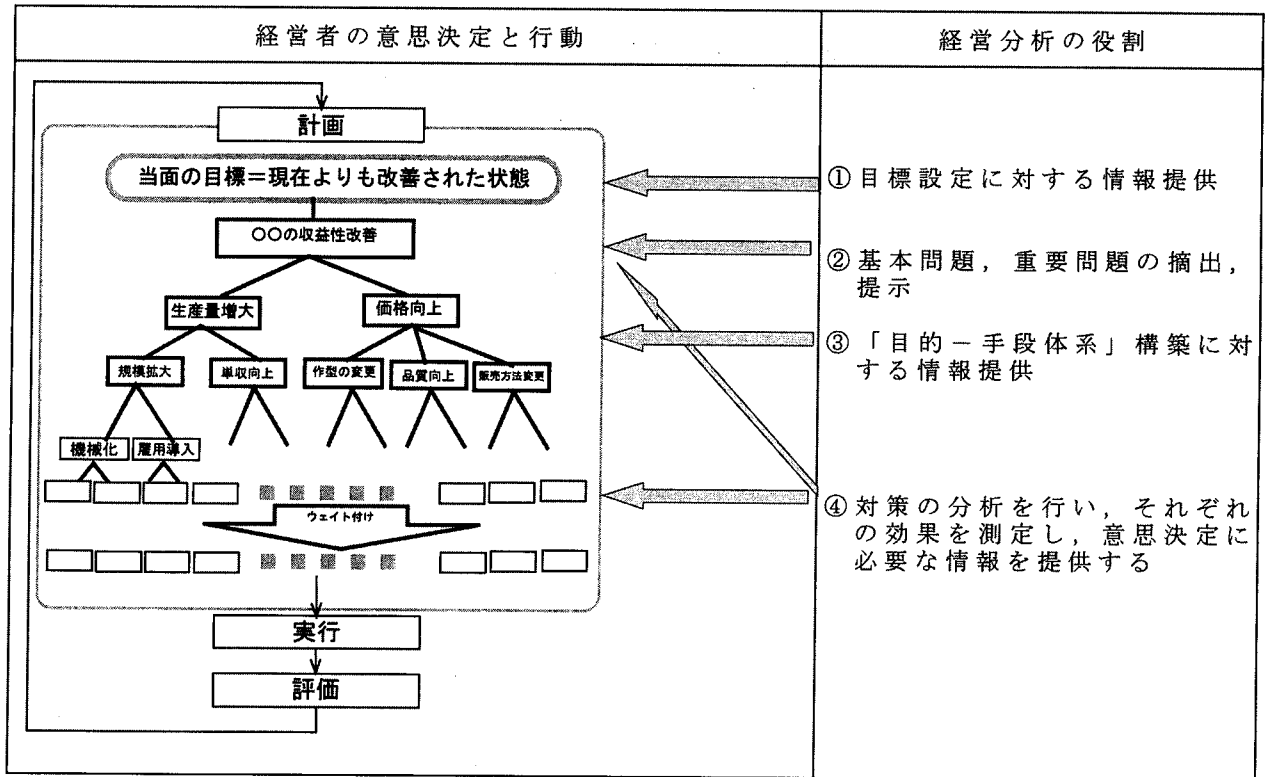
第2節 概念定義と分析の視点

1. 経営の目標・目的・手段

通常、経営者は、経営に関する意思決定に際して、経営の目標、目的を明確にすることが必要である。しかし、わが国の農業経営学では、利潤目標論ないしは収益性目標論のようなものを別とすれば、目標、目的について論じられたことは多くない。これについて、はじめて本格的に論じたのは沢村(1971)であろう。沢村は、経営者の経営活動は、倫理的価値、健康、幸福、富、成功など、人間活動一般の動機となる「価値あるもの」と、職業観、責任感など経営活動に直接の動機を与える「経営理念」との両者によって、一貫して指導され規制されるものであり、両者の影響のもとに目的が設定され「計画→実行→評価」の農場経営サイクルにより経営活動が行われていくものとした。そして、目的の機能として「活動の動機付け」、「計画作成の方向付け」および「計画の統合」、「活動の調整」を挙げた。すなわち、経営内における個人の活動の動機付けとなり、計画作成の方向付けを行い、複数の計画の垂直的あるいは水平的な統合を行い、実行段階の活動の調整をする機能を持つ。このうち「計画作成の方向付け」についてやや詳しく述べると、以下のようなことである。価値や経営理念はそのままでは計画作成にはつながらず、経営目的に具体化されたときに計画作成の指針となる。目的が設定されれば、目的達成の手段が段階的に考案され、このような手段の段階的体系が「計画」である。そして、目的達成のための手段は、それを遂行するためにひとつまたは複数の手段が必要であり、これらの手段から見ると、その前の手段は目的となる。これらは連続したひとつの系列になり、目的の段階的体系を形成する。

沢村は農業経営の最終的な「目標」ないしは「目的」と、その達成の手段となる「目的」を特に区別せず「目的」と表現したが、武藤(1980)は最終的な到達点を「目標(goal)」と表現し、「経営主並びに彼の家族が健康でかつ文化的な高い生活を営むための、経済的な基盤を経営活動によって獲得すること」で、「必ずしも達成されるとは限らないが最も望ましいと考えられる状態」とし、目的(objective)は「より具体的な経営の努力接近のための、達成可能かつ規範的な状態」として区別した。増田(1983)も同様の見解を持つ。また、Heady(1962)は最終的な到達点を、「個人または集団の究極目的(U点)」と表現し、Simon(1965)は「最終的な目的」と表現した。

このように、呼称は異なるものの、これら「目標」な



図序－1 経営者の意思決定，行動モデルと経営分析の役割

いは「目的」という最終的な到達点と、「現状」を対比して，その乖離とそれを埋める必要性を認識し，いつまでにどれだけ充足するかという具体的ないくつかの「目的」が作られ，それらが階層構造をなし，下位から見れば「目的」，上位から見れば「手段」の「目的－手段」の段階的体系ができるという点ではいずれの論者も一致している。

2. 農業経営分析における技術

農業経営分析が実践的であるためには，技術をどのように取り扱うかという問題を避けることはできない。そこで，ここでは，農業経営学において技術と経済のかかわりがどう位置づけられてきたかを見ていくことにする。

農業経営学において最もポピュラーな教科書であった，磯辺秀俊の『農業経営学』（磯辺，1971）では，農業経営を「経済と技術の相互交渉の場」としてとらえ，「経済は技術によって実行の方針を決定するのに必要な知識を与えられ，そのおかげで生産が実現されるので，経済は，生産を必要とする限り，技術を離れてはその目的を実現し得ない。また，逆に個々の技術は経済によって初めてそれが問題になる基礎が与えられ，実行の方針が定められるので，経済を離れては経営実践上は無意味」であり，経済と技術は生産過程において，単に表裏二面として併存するというのではなく，相互に交渉し規制し

あって進むのであり，「経営問題は，両者を別々に問題としたのでは，真に理解できず，上のような相互交渉の問題として捉えて初めて核心に触れて解明できる」としている。したがって，農業経営分析では，技術と経済の両者のかかわり方（規制のし合い方）を問題にしない限り，有効な改善策を考えることはできない。この部分に関しては，やはり農業経営学の代表的教科書であった金沢夏樹の『農業経営学講義』（金沢，1984）も磯辺の見解をほぼそのまま踏襲している。また，渡辺（1978）も，「経営的生産の本質」として稲作を事例に挙げながら，「結局，農家における米の生産すなわち農業経営での稲作とは，技術的生産と経済的生産との二重の性格あるいは表裏の関係にある二つの側面をもっており，両者を統一してとらえたときはじめて経営として意味のある生産すなわち経営的生産ということが出来る」と，ほぼ同様の見解を述べている。

以上のように，経営問題は技術と経済を統一してとらえる必要があるというのは，先達たちの一致した見解である。

3. 目標・目的と経営改善

上述したように，「目標」，「目的」という言葉の用法は必ずしも統一されていない。ここで，あるべき経営の状態を「目標」とし，そこに至るまでに解決すべきことがらを「目的」というように使い分けることにすれば，

表序－1 「経営分析の役割」に対する既存の代表的経営分析および本研究の対応

	経済分析	経営診断	技術の経営的評価		本研究
① 目標設定に対する情報提供	×	×	×		○
② 基本的問題、重要問題の摘出、提示	○	○	×		○
③ 目的－手段体系情報提供 ④ 対策分析結果提供	△	×	○		○

注1) ③、④は実際には分かちがたいために同一欄に表示した

2) ○は役割に対応できていることを表し、×はできていないことを表す

目標は「達成可能かどうか分からない究極的な目標」と、ある時点までに達成可能と思われる「当面の目標」に分けることができるであろう。経営者は「究極的な目標」と現状を対比させながら、「当面の目標」を作り、そこに至るまでに解決が必要な問題点を挙げ、解決策を分析・検討し、目的化し、目的を体系化する。経営改善とは、経営がこれらの目的を達成し、当面の目標に到達する（あるいは近づく）ことであるということができる。また、上述したように、経営は技術と経済を統一してとらえて初めて核心に触れて解明することができるということを考え合わせると、解決すべき課題すなわち「目的」は、個別技術の内容を検討できる程度に具体的なものでなくてはならない。

図序－1は、これを「計画－実行－評価」の農場経営サイクルに組み込んだものである。経営者は、「現状」と「究極的な目標」を対比した上で、近い将来に到達すべき「当面の目標」を設定する。ここで経営の基本的問題ないしは重要問題を目的に転化し、さらに、現在から当面の目標に至るまでに達成しなければならない目的の体系を設定する。目的は、収益性改善のためには「生産量増大」、「価格向上」が必要であり、「生産量増大」のためには「規模拡大」、「単収向上」が必要であり・・・というように連鎖していく。最終的には、「規模拡大」のためには「播種機の導入」、「収穫機の導入」、「自動調製機の導入」、「雇用労働力導入」というように、可能な限り具体的なレベルまで目的化する。「規模拡大」から見て「生産量増大」は目的であり、「生産量増大」から見て「規模拡大」は手段である。このように作られた「目的－手段体系」に、目標に最も合理的に到達するようウェイト付けを行ったものが「計画」そのものであり、この計画に基づいて「実行」し、「当面の目標」に到達す

ることが経営改善であるといえる。このとき、目的の達成程度を見るのが「評価」であり、目的が達成されていなければ「当面の目標」、「目的－手段体系」修正などの対応を行い、目的が達成され「当面の目標」に到達していれば、次の「当面の目標」を設定する。

4. 農業経営分析が具備すべき条件と本研究の分析視点

では、農業経営分析に求められる条件はどのようなものであろうか。沢村（1971）によれば、計画－実施－評価という農場経営サイクルの中で最も重要なのが計画であり、計画は「主要目的から出発して各段階の目的を設定して目的の体系を構成するとともに、これら目的にそれぞれの達成手段を決定し、全体としての「目的・手段体系」（means-end hierarchy）を形成すること」であるという。そして計画には問題確定、対策決定という二つの下位過程を含み、さらに、問題確定には問題探索、分析、目的設定という下位過程を、対策決定には対策探索、分析、決定、計画化という下位過程を含むという。経営は計画によって運営され、目的によって評価されるはずであるから、経営改善を目的とする農業経営分析は計画の作成すなわち、問題確定（問題探索、分析、目的設定）、対策決定（対策探索、分析、決定、計画化）に直接寄与できるものでなければならない。したがって、分析には問題発見の機能と具体的改善策を提示する機能が必要であり、これは図序－1でいえば「農業経営分析の役割」の欄に示された①～④である。経営者に対し①目標設定に対する情報を提供し、②基本的問題、重要問題を摘出、提示し、③「目的－手段体系」構築に対する情報を提供することで問題確定の過程に寄与し、④各対策の分析を行い、それぞれの効果を測定し経営者の意思決定、すなわち対策決定の過程に寄与する。

これらの点から、従来行われてきた農業経営分析を見ると、表序-1のようになる。まず、主として技術進歩計画などを行ってきた経済分析では、生産構造の解明などが中心で、基本的問題、重要問題の分析は行えるが、具体的な経営改善策を策定することが困難だった。経営診断研究では多数の経営や標準値との比較に基づいて基本的問題、重要問題を抽出し、問題点を指摘するが具体的な改善策提示は困難であった。技術の経営的評価に関する研究では、評価対象技術の経営改善効果に主眼が置かれるため、改善策には具体性があるものの、基本的問題の発見能力が劣っているものが多かった。また、①の「目標設定に対する情報提供」は「実際にどのような経営になり得るか」という情報であり、従来の農業経営分析では総じて弱かった。

以上のような従来の研究の反省にたち、本研究では、分析対象に応じた手法を適用し、これらの役割を満たす農業経営分析の構築を目指す。まず、経営診断においては、Farrell (1957) によって提起された効率性概念を導入し、グループ内で最も効率的な点を明らかにすることで、各経営の効率を測定すると同時に、効率を規制する要因を明らかにすることで経営の問題点を抽出する。これにより、①の「目標設定に対する情報提供」と、②の「基本的問題、重要問題の抽出、提示」という要請に応える。また、ここで抽出した問題点の関連資料を活用することにより、具体的対策を立て③、④の要請に応える。次に、技術の経営的評価では、線形計画法等を利用したシミュレーションにより、従来この分野の研究で弱かった②の「基本的問題、重要問題の抽出、提示」を行い、同時に、①の「目標設定に対する情報提供」も行う。

第3節 小 括

ここまで、従来の農業経営分析では、問題発見の機能または具体的改善策提示の機能のいずれかに問題があり、そのために農業経営分析は、普及事業や試験研究の現場で十分生かされていないとの問題意識から、経営の目標、目的の概念整理を行った上で、経営者の意思決定、行動モデルを作成し、経営改善の定義を行い、経営改善に対する経営分析の役割を提示し、従来の農業経営分析手法の対応状況を明らかにした。経営改善とは経営者が設定する「当面の目標」に到達するために構築された「目的-手段体系」に優先順位を付け、目的を達成しながら目標に到達することであり、それに対応した経営分析の役割は①目標設定に対する情報提供、②基本的問題、重要問題の抽出、提示、③目的-手段体系構築のための情

報提供、④対策の効果に関する情報提供で、この点から従来の農業経営分析を評価し、①～④のいずれかに欠陥があることを指摘した。本研究では、Farrell の効率性概念の導入やシミュレーションによる基本的問題、重要問題の抽出によって従来の農業経営分析の欠点を改善する。

次節からは、過去の経営分析に関する研究について、ここに挙げた視点からレビューを行い、その特徴と問題点を明らかにし、本研究に課せられた課題と解決方法を検討する。

第4節 農業経営分析の展開

1. 経営診断と農業技術の経営的評価

農業経営分析の中でも取り分け実践性が求められるのは、「農業経営診断」と「農業技術の経営的評価」が代表である。ここでは、手法のレビューに先だちこれらについて概観することから始める。

農業経営診断に関する最も重要な著作は、増田萬孝による『農業経営診断の論理』(増田, 1983)であろう。増田は、1980 年ごろまでのわが国における経営診断研究の展開を「理論的展開」、「指標分析と財務分析」の諸手法、「現実への適用と研究」に分けて整理を行い、診断手法で市民権を得ているものには、直接比較法、標準比較法、自己比較法があるとした。

直接比較法は、大量観察に基づく平均値の分析であり、標準比較法は人為的に定められた経営との比較であり、自己比較法は自己の経営の内部比較である。これらの方法の本質は比較であって、それを行うために指標を導出する必要がある。しかし、指標の基準値決定には問題があったと増田はいう。これらの手法で診断の基準となる指標はほとんどの場合平均値であるため、平均値の持つ固有の欠点はその指標に含まれてしまう。つまり、「個別農家の有する事情が平均値で示される値と同じになることはきわめてまれなことであり、平均値からある偏差をもった数値で示されることである。この偏差の持つ性質が偶然の誤差の範囲内に抑えられ、検定され、棄却されうるか否かの手続きがとられなかった」ということである。増田は、この「平均値の問題」を克服するため、標準比較法では標準を「標識として高尚なものであって他の規範たりうるもの」と定義し、平均に標準偏差を加えたものを標準として提案した。また、直接比較法が有効な診断方法となるためには、少なくとも、①均質な土壌条件の策定、②調査農家の選定、③大量性を保証する農業経営調査、④普及・計画につながる診断、の4点が

充足されなければならないとし、土壌区分図利用による土地分級、層別抽出法による調査農家の選定、分散分析の援用による改善策を示した。

増田の研究からすでに 25 年以上が経過し、コンピュータ、インターネットの普及など情報環境が劇的に変化した。現在、インターネット上で農業経営診断を行えるとするサイトがいくつかあるが、それらは指標による診断であり、上に述べた指標に関する問題点は解決されていないものがほとんどだと思われる。その中にあって、中央農業総合研究センターの農業経営意思決定支援システム (<http://keieikenkyu.narcb.affrc.go.jp/>) の「農業経営診断システム Ver2.0」では、農林水産省の生産費調査および経営統計調査の個票を作物別・地域別・規模別に組み替え集計した平均値を用いる（梅本ら、2000）ため、稲作、畜産などでは大量性や均質性という、直接比較法を有効に実施するための条件の多くを満たすことができるといわれ、今後の直接比較法のひとつのあり方を示している。ただし、野菜、果樹、花きなどの園芸部門では、地域により複合品目が大きく異なったり、栽培方法が大きく異なるなどの問題から直接比較法による分析には大きな制約があるといわざるを得ない。

次に「農業技術の経営的評価」について検討する。これは、主として旧国立農業研究機関（現農業・食品産業技術総合研究機構）や公立農業試験研究機関において、開発する技術を農業経営に導入した場合の経営成果および経済効果等を試算し、技術開発の方向や経営改善の方向を明らかにする研究である。梅本（1995）は農業技術の経営的評価を「農業経営における技術の経済的効果を、経営者の目指す経営目標達成のための貢献度として測定し、判断すること」と定義し、特に重要なことは「経営者の経営目標との関連において技術の評価を行うという点であり、ここに経営の視点から行う評価の本来的意義がある」としている。しかし、実際には、単なるコストの積算に基づく比較を「技術の経営（的）評価」と呼んでいることも多い。

山本（2006）は、技術を普及するためには技術の導入行動の決定要因を解明することが極めて重要な課題であるが、既存の経営研究は、技術の経営・経済的評価と当該技術の導入定着条件を明らかにすることでアプローチしてきたが、対象とする技術が導入定着される事例が極めて少ないのは、これらの研究では「個々の経営体の土地・労働力・資本を技術導入の必要条件とし、それらの相互関連は十分検討されているものの、経営者の内面的要因を含めた総合的な分析が行われていないからである」と指摘している。しかし、それは「経営者の内面的要因」を含めた分析がなされなかったためだけであ

うか。それらの研究で暗黙に、あるいは明示的に取り扱った「経営者の目指す経営目標」は、だれの経営目標であったのだろうか。一般に、新技術は現状の技術の効率化を目指して開発されるのであるから、現状の技術体系の下で最も効率的な経営を対象に開発が行われていることが多いと考えられる。しかし、経営診断などの分析結果からは、非効率経営と効率経営では改善の方向が異なることはしばしば見られる。したがって、開発された技術が現地で定着しない理由のひとつには、新技術が目指す改善方向が多数の経営者の経営目標、目的に沿っていないからということがあるのではないかと考える。

以下、農業技術の経営的評価の代表的な研究について見てみる。梅本（1996）は、複合経営における乾田直播栽培の導入について今後予測される稲作の担い手類型を分類し、それぞれについて直播を導入する際の技術的ターゲットを整理した上で、「複合経営」について線形計画法を用いて直播技術の導入が複合経営にもたらす効果を定量し、経営類型別に技術開発の課題と方向を整理した。このように経営類型を整理することによって経営者の目標、目的に沿った分析を行った研究がある一方で、そのことについてあまり意識されていない研究もある。例えば、小池（1993）は、稲作の乾田直播によって規模拡大、低コスト化をねらった流体播種の技術の評価した。ここでは「米麦二毛作地帯における大規模経営」を想定して、コストの積算により新技術の評価しているが、想定する経営に関してはそれ以上の言及がなく、新技術がどの程度のどの範囲の経営に受け入れられるであろうかということについては分析していない。このような傾向はほかにもいくつか見られ、例えば、上村ら（1995）は、不耕起技術などを取り入れた稲、麦、大豆輪作体系の評価を、技術導入先として 4 段階の規模の家族経営を想定して行っているが、なぜそのような想定にしたかは詳しく述べられてはいない。また、関野ら（1998）は、傾斜地におけるカンキツ園に作業道を設置し、小型機械化技術を導入した場合の評価を、軽労化の評価を含むコスト積算により行っている。評価結果では資本装備が増加するものの、労働時間と軽労化のために若干の低コスト化がなされるが、所得では減少となる。しかし、この結果が導入を想定する経営の目的に合致するかどうかについては何も言及がない。このように、評価対象技術が、どのような経営をターゲットにどのように利用されるかを十分に検討したかどうか明らかでない研究も存在する。

技術の経営的評価には、線形計画法を用いて行った研究が数多くある。線形計画法の目的関数は評価対象によって異なるが、一般に農業経営の所得最大化モデルを用

いることが多い。この場合経営の目標は明確である。例えば大石ら(1995)は、酪農経営において和子牛の胚移植(ET)の経済性と普及条件を評価したが、対象となる経営は調査を行った経営をもとに、経産牛上限40頭、経営耕地5haのモデルを設定している。しかし、このモデルが対象地域の中で、あるいは国内酪農業の中でどのような位置を占める経営であるのかという、モデル設定の根拠については言及されていない。また、樋口(1996)による酪農技術の評価と鶴川(2002)による酪農技術の評価は、どちらも十勝地域の酪農家をモデルとして集約放牧技術の評価を行っている。樋口は「低泌乳でもゆとりのある生活を望む農家にすすめるべき技術」で「牛舎周辺の農地が取得できるような交換分合等農地政策の推進が必要」としているが、鶴川は放牧地の牧草の単収水準、TDN水準を導入条件に挙げた上で、経営発展の方向を規模拡大から経営費用縮小に転換することが必要としている。しかし、どちらの研究においても、従来、放牧型酪農を志向してきた根釧地域では集約放牧技術が普及しているのに、なぜ十勝地域では普及しないのかということ十分に解析してはいない。十勝地域の酪農家の視点で評価するためには、この部分を解析する必要があると考える。このように、数理計画法を用いて評価を行う場合、経営目標は明確であるが、新技術を導入する対象経営を明確にしておかなければ、梅本の定義した「経営者の経営目標との関連において技術の評価を行う」という目的は達成できないことになる。このような事例はここに挙げた例に限らず、多くの研究で見られる。

2. 生産関数分析と技術の定量的評価

わが国農業の生産関数分析は戦前期から始まっていたが、中でも多く取り組まれてきたのが、Cobb-Douglas型生産関数による技術進歩の計測であろう。稲本(1987)はこれらの技術進歩計測は「総体としての技術進歩が計測され、かつ、残差としての技術進歩が計測されているのであり、総体としての技術進歩がどのような具体的な部分技術の進歩によってもたらされたものであるか、それらが生産過程においてどのような役割を果たしながら技術水準の上昇や技術構造の変化に貢献したかなど、技術進歩が実体化される技術的過程が明らかにされていない」と指摘し、稲作において耕耘機が普及した1956年～61年の山形県庄内地方における「米生産費調査」個票を用い、耕耘手段別の生産関数(Cobb-Douglas型)を計測し、畜力使用農家よりも耕耘機使用農家の方が技術水準が高く、土地・固定資本財使用的であることを明らかにし、この期間に「主要な技術進歩」である動力耕

耘機の普及が、技術水準の上昇、固定資本財の相対的重要性を増加させ、規模効果をもたらすような技術構造の変化があったことを明らかにした。

稲本に限らずこれらの研究のほとんどはCobb-Douglas型生産関数を使用して計測されたものであるが、1970年代以降、Cobb-Douglas型の代替弾力性の制約を緩めたCES型生産関数、トランスログ生産関数などの関数型の工夫によりバイアスを取り除く努力がなされた(黒田, 2005)。

荏開津・茂野(1983)は、稲作の生産工程を、肥料・農薬などの経常投入財と土地を代替財のセットとしたBC関数と、資本と労働を代替財のセットとしたM関数に分け、これらのセット相互間は完全補完財であると仮定して生産関数を特定化し、1951～79年の「コメ生産費調査」を用いて計測した。この結果、M関数には中立的技術進歩は存在せず、著しい資本使用的・労働節約的な技術進歩が見られたことを明らかにした。また、同様のモデルを1957～80年の「牛乳生産費調査報告」を用いて酪農にも適用し、BC関数には規模の経済が存在しないがM関数には規模に関して収穫逓増であることを明らかにした(荏開津・茂野, 1984)。

また、生産関数を農家調査に基づいて計測し、経営診断を行うという研究も行われた。その代表的なものは天間による『畑作農村の経営診断的研究』(天間, 1966)であろう。この研究では、神奈川県綾瀬町の畑作農家343戸のデータを用いてCobb-Douglas型生産関数を計測し、経営者労働報酬に強く影響する要因とそのメカニズムを明らかにし、各要因の限界価値生産力を計測し、経営内における各要素の重要度を調べるなどして「いかなる部門、生産要素の結合が綾瀬町の経営者労働報酬を最も増加させるか」を明らかにした。

しかし、個別経営の経営改善という場面を考えると、これらの生産関数の適用には限界がある。ひとつには、いくつかの経営を同一母集団として扱う、すなわち、個々の経営構造に差がなく、等質な母集団であるということ的前提に平均的な生産関数を計測することである。これに対しては、生産関数に個別ダミーを導入することによって、経営ごとの個別的技術格差をとらえ、いわゆるマネージメントバイアスを除去する方法も考案され、松原(1978)による東北酪農の分析、趙(1980)による北海道酪農の分析、Dawson(1985)によるイングランド西北部農業の分析などいくつかの適用事例がある。

生産関数の限界のもうひとつの理由は、生産関数を取り扱う技術の内容などが抽象的で、具体的な改善策を検討することが困難であるということである。頼(1991)は、「生産関数分析は、生産技術を表示する場合に抽象

度が高すぎて、経営改善上の実践的役割を果たすことができなかった」という。「個別農家経済経営の生産要素結合に関する主体均衡点を求めて、これを経営診断や経営計画のために標準値として用いようとする場合には、生産関数のように、流動物財費や固定財償却費をある程度まとめて貨幣価値でもって表示し、さらに労働についても、異なる時期に投入されて相互に代替関係の弱い労働をまとめて表示しているの、具体的に各種類の生産要素の結合次元まで下ろして表示できないという難点があった。まして生産部門間の最適結合組織を見いだすという課題については、コブ・ダグラス型生産関数は全く無力であった」。これは、経営者が経営改善をするに当たって必要なこと、すなわち、「当面の目標」に到達するために解決しなければならない問題を、具体的、技術的に特定し、解決策を分析・検討し、目的化する際に実践的役割が果たせなかったということである。

そのため「神崎博愛氏や工藤元氏は、積極的に線形計画法を米国より導入し、わが国の農家経済の改善にとって非常に有効な計画法であることを啓蒙し始めた」（頼前掲書）のである。

3. 数値計画法による農業経営分析の展開

国内における数値計画法の農業経営への適用は、1960年代に神崎博愛を中心としたグループが、主として関西地方において、線形計画法の導入と実際への適用の問題に対して精力的に取り組んだことに始まる。線形計画法の導入は、それまで経済学で使われてきた分析ツールである生産関数が、経営改善という場面では具体的改善策提示ができず、実践的に役立たなかったことが契機となっている。神崎は「農業経営計画論」（神崎、1969）において、生産理論に使われる投入、産出関係の生産曲線（生産関数）を取りあげ、「現実には生産曲線は存在し得るであろうか。また存在するとするならば、いかなる性質の生産曲線であろうか」と問う。そして、農業試験場での土地法則の実験を例に、「単一要素の増投に対応する産出結果は極めて連続的にきれいに把握されるであろう」といい、このような実験的生産曲線をあらゆる作物について、あらゆる要素結合の連続的変化に対応する無数の生産曲線の把握ができるかといえ、まず不可能に近いことであり、したがって、「存在し得るはずでありながら現実には把握された物として生産曲線は存在していない」のだという。もちろん、農家における生産曲線の把握は試験場以上に難しいのはいうまでもない。

農家における現実的な生産の様相を把握するためには、農家の簿記帳帳結果に基づいて、「点」として把握するしかない。点の展開は直線であり、曲線である。し

かし、実際の農家における土地当たりの投入産出データは、かなり集約度の高い段階の結果しか得られないため、「集団の相関図上の座標は生産曲線上の全域にばらまかれないで密に一箇所に集団する」。そのために、生産曲線上的のごく小部分しか表せず、「その限りにおいて曲線的表示よりは直線的表示がより妥当する場合が多い」のであり、しかも、曲線よりも直線の方が堅実で、便利であり、操作しやすい、と直線による生産曲線の把握と線形計画の有効性を説いた。

同じころ、北海道では工藤元が北海道農業への精力的な適用を行っていた。工藤を中心としたグループによる線形計画法の適用例は、1959～61年の間に約650例に達するという。この経験に基づいて工藤は『リニヤ・プログラミングによる農業経営設計と分析』を著し、これがその後の農業経営分野における線形計画法の普及に大きな貢献を果たした（今村、1977）。その後の線形計画法の適用事例は極めて多く、枚挙にいとまがないほどであり、1960年代からは本格的な普及期に入った。また、1960年代後半に入ると「電子計算機」の普及に相まって一層の普及を見る。

1960年代後半からは、通常の線形計画法の目覚ましい普及とともに、モデルの発展、精緻化が進んだ。通常の線形計画法的前提には、投入要素について「無限の可分割性」があるが、実際の場面では固定資本財など（例えば畜産経営における家畜頭羽数など）がこの条件を満たせない場合が多い。このような問題に対応するため全整数変数計画モデル、部分整数変数計画モデルなどの不連続変数計画法に関する研究が進んだ（例えば久保（1961）など）。また、通常の線形計画法は、単一年度の経営計画を作成するときに最も有効に用いられる方法であるが、その場合、計画年度における活動はそれ以前またはそれ以後の年度における活動からは独立であることが前提である。武藤（1965）は、「いわゆる「規範分析」においては、その多くが規範的な姿を示すに急な余り、それに到達するために必要な段階乃至はオペレーショナル・タームを捨象した物が多い」といい、最適な状態に至るまでに必要な段階を示す必要があるとして、各年度の経営活動を関連づけるものとして資金を取りあげ、土地改良地区の代表農家を対象に計画期間を4年間とした多段階線形計画法を適用した。

以上の方法は、所得の最大化など単一の目的に対応した方法である。しかし、前節で検討したように、経営者は「当面の目標」に到達するために複数の「目的」を作り、これを体系化する。このような問題に対応する計画法として目標計画法がある。目標計画法は、所得、余暇時間といった複数の目的とその要求水準を設定し、土地

や労働など線形計画法と同様の制約条件の下で、要求水準をなるべく満たすように目的要求水準との差異の総和を最小化する手法である。樋口 (1997) は、農業経営計画、集団営農計画、地域農業計画それぞれの計画主体が抱える計画目標を農家調査、地域リーダー調査に基づいて検討し、目標計画法を用いて、農家の経営計画、集団の営農計画、地域農業の振興計画の実証分析を行い、体系化した。

通常の線形計画法では、一価の期待値、すなわち完全知識状態が前提となるが、実際には、経営主は不完全知識状態で経営活動を行っている。不完全知識状態での計画法としていわゆるリスク・プログラミングと呼ばれる計画法があるが、その代表的モデルとして Heady-Candler モデル、Freund モデルがある。Heady-Candler モデルでは、生産要素の制約量や技術係数等の制約条件は通常の線形計画法と同様であるが、プロセス純収益係数は生産物の価格や収量の変動によって変動するものとして取り扱う。この方法による適用例には福田・新藤 (1963) がある。北海道天北地域では収益・安定度ともに高い馬鈴薯・甜菜、安全であるが収益が少ないエン麦・ナタネ、収益が多いが安定性を欠くマメ類が作付けられているが、より高く、より安定した所得を得るにはどのように作物を組み合わせたらいのかという問題を、リスクプログラミング (Heady-Candler モデル) を適用することによって検討した。Heady-Candler モデルは収益が多く、変動の少ない一意の解を求める手法ではなく、期待収益と収益の分散の軌跡を求めるものであるため、望ましい点は経営者自らが選ぶ必要がある。しかし、本論文の意義は、北海道の畑作にリスクプログラミングを適用し、期待収益が高まるほど不安定性 (収益分散) も高まることを数値で明らかにしたことと、手法の限界を示したことであると思われる。また、堀内・福田 (1972) では、北海道十勝地方の畑作農家に Heady-Candler モデルを適用し、経営組織編成を検討した上で、経営者自身に計画案を選択させた。この結果、経営者の行動様式と計画案の選択にある程度の関連が認められた。

これに対し、自己完結モデルと呼ばれる Freund モデルでは、プロセス純収益係数は、その期待値を中心とする正規分布に従い、プロセス純収益総額も、その期待値を中心に正規分布すると仮定し、効用関数を明示的に導入して、これを最大化する手法である。この手法を国内農業に適用したものとしては一連の丸山とフロインドの文献 (丸山・フロインド, 1966a, 1966b, 1967) があり、この中で北海道後志地方の農家を事例に、農家実績値、線形計画と比較し、線形計画に比べ純収益が低い、純

収益の期待値は高くなること、線形計画よりも農家実績値に近いこと、農家の計画案の純収益期待値が、Freund モデルより小さいことから、この経営主が過度に慎重な計画を行っていることなどを指摘した。

南石 (1991) は、線形計画法やリスク・プログラミングを特殊型として含む、より一般的な確率的2次計画法 (SQP) と、線形計画法、リスク・プログラミング、目標計画法を特殊型として含む確率的多目的計画法 (SMP) を提示し、その解法を確立した上、micro-NAPS というコンピュータ・プログラムを作成、公表した。そしてこれらの方法を用いて、インドネシア畑作地域の農家、千葉県の都市近郊野菜産地の農業経営、宮崎県のピーマンの生産出荷計画を対象に実証分析を行った。その後、計画モデルの自動生成機能を持つシステム FAPS へと発展させ、普及指導員などを中心とする多くのユーザーを獲得し、普及活動や技術評価などに適用されるようになった (農林水産省東北農業試験場総合研究部, 1998a, 1998b, 1999)。

天野 (2000) は、北海道十勝地域の畑作に Heady-Candler モデルおよび Kataoka モデルを適用し、作物共済による収益安定の効果を明らかにした。このほか北海道の野菜作を対象に MOTAD モデルを用いて野菜価格補填事業の効果を明らかにし、関東地方のキャベツを対象に線形計画法を用いて連作障害防止技術の効果を明らかにするなど、農業経営にとってのリスク問題を体系的に分析し、家族農業経営におけるリスク管理のあり方を明らかにした。

数理計画法の中でも最も基本的な線形計画法は、農業技術の経営的評価に数多く使われていることはすでに述べた。その理由は、頼 (1991) や神崎 (1969) が指摘したような長所のほか、計量的手法のような多数のサンプルを要しないこと、条件を変更することで様々なシミュレーションが行える操作性の良さなどのためである。逆に、計量的手法のような統計的検定が行えないため、計画モデルが適切に作られなければ間違った結論を導き出してしまうことになる。また、通常の経営計画問題では、多数の経営を比較するわけではないため、経営の基本的問題を発見しにくい。したがって、プロセスや制約条件を設定する時点では、経営の基本的問題、重要問題が検討され、明らかになっていなければならない。この点に関し、先に見た農業技術の経営的評価に関する研究を分類した (表序-2)。分類は、地域や経営類型ごとに、経営が直面する基本的な問題についての検討の有無、評価対象技術導入が持つ意味と効果についての言及の有無を基準として行った。なお、「傾斜地におけるカンキツ栽培にとっての軽労化」など、分析対象となる経営に

表序-2 「技術の経営的評価」論文における
基本的問題の検討状況

区分	論文
基本的問題を十分検討	*山本ら (1997)
	*梅本 (1996)
	小池 (1993)
	*林 (1997)
基本的問題の検討が不十分・ 未実施	上村ら (1995)
	*樋口 (1996)
	*鶴川ら (2002)
	*鶴川 (2002)
	*塩谷ら (1998)
その他	*大石ら (1995)
	関野ら (1998)
	*天野ら (1995)

注) *印は数理計画法を使用

とって基本的問題であることが自明と思われるもの、研究の主題が分析手法に関するものなど、基本的問題の検討が特に重要でないと判断されたものについては「その他」に分類した。表によれば、分析対象経営の基本的問題を十分に検討した研究は意外に少なく、そのようなことを検討したかどうか言及のない研究が目立った。したがって、数理計画法の使用に当たっては農業技術および生産現場に関する幅広い知識と経験が必要であるとともに、経営改善上の基本的問題点を十分に検討することが最大のポイントであるといえる。

4. 効率性測度を用いた農業経営分析

初めて経営の効率概念を提示したのは Farrell (1957) であった。Farrell は最も効率的な生産を行う点を通る包絡線 (生産フロンティア) と等費用曲線を基準にして、技術効率、価格効率、総体効率を定義し相互の関係を示した。この効率概念に基づいて個別企業の効率を測定する方法にはフロンティア生産関数に基づくものと、DEA (包絡分析法) によるものがある。

Timmer (1971) は、Cobb-Douglas 型のフロンティア生産関数を線形計画法によって推定する方法を開発し、アメリカ各州を単位とするデータにこれを適用し、それぞれの技術効率を明らかにした。清水 (1974) は、この方法を用いて愛知県渥美郡の施設園芸農家 15 戸の技術効率を測定し、施設全体では施設の作付率、電照菊とメロンでは事故発生率が技術効率を強く規制していることを明らかにした。また、高橋 (1991) は稲作で、荏開津・茂野 (1983) のモデルに倣い、BC 関数、M 関数に分けてフロンティア生産関数を計測し、M 関数

には規模の経済が存在するが BC 関数には存在しないこと、M 関数では大規模層ほど技術効率が高いことを明らかにした。このほか、金 (1985) が酪農を対象に清水と同様の方法により技術効率の測定とその規制要因の分析を行っている。これらの研究は、稲作の生産構造に焦点を当てた高橋 (1991) の研究を別にすれば、いずれも個別の効率を明らかにするために取り組まれたのであり、それぞれの効率性を測定しその規制要因を検討している。しかし、それが個別経営ないし個別企業の経営改善のための個別技術の改善といったレベルまでブレイクダウンして検討した研究は見あたらない。

これ以後、フロンティア生産関数は線形計画法によって推定されることはほとんどなくなり、修正 OLS (COLS)、最尤法など計量的手法で推定されることが多くなった。COLS によって推定を行ったものには Richmond (1974) によるノルウェーの製造業の効率、Russell and Young (1983) によるイングランド北西部の農場の効率測定などがあるが事例数としては少ない。1980 年代以降は確率的フロンティア (SF) と呼ばれる、データに統計的ノイズを認め、最尤法で推定する手法が中心になっていった。これら手法の関係および発展の経緯は Førsund *et al.* (1980) に詳しい。

DEA は Charnes *et al.* (1978) が考案した経営効率測定手法である。フロンティア生産関数と同様に Farrell の効率概念に基づく手法であるが、DEA では、1 種類の出力しか想定していなかった Farrell の効率概念を多出力に拡張し、ノンパラメトリックな手法であるため、入出力の関係に特定の関数型を必要とせず、効率指標に特定の分布を仮定する必要もないなどの特徴を持つ。1990 年代以降、経営効率の測定は DEA によるものが増え、フロンティア生産関数によるものは次第に減少した。

DEA を国内農業に適用した初期の研究には、小沢 (1990)、清水 (1990) があり、最近の研究では佐藤 (2002)、辻ら (2006) などがある。清水 (1990) は、メロン経営に DEA を適用し、技術効率上位経営では収量が多く、良品割合、早期出荷割合が高いという特徴から、効率を高めるためにはまず収量を高め、次に平均価格を高めるために品質向上と出荷時期の早期化を目指す。その手段としては常に後者を重視すべきことを明らかにした。また、非効率経営の効率化のために、診断経営の最適解を構成する効率的経営 (参照集合) に基づいた改善案を提示した。しかし、DEA によって算出された改善案は、効率的経営の実績をもとに求めた投入・産出の理論値であるため、必ずしも技術的に実現可能な改善案にならないことが多い。清水の研究においても、技

術的な検討はなされておらず、改善策の実現性には疑問がある。

辻ら (2006) は、和歌山県田辺市内のウメ経営に DEA を適用し、樹齢構成の適正化、基本的栽培管理の励行、地域内での情報交換、研究会活動の活発化による経営者能力向上などを改善課題として挙げた。しかし、指摘した改善課題は、一般的に挙げられていることが多く、経営改善、ひいては産地の改善を図る視点からは、例えば、改植を適切に行った場合に予想される経営成果と効率性を示すなど、より具体的な改善策が必要ではないかと考える。

効率性測度を使用した分析では、フロンティア生産関数と DEA のどちらが優れているかという問題に明確な答えは出ていない (中山, 2002)。DEA には多出力への対応、フロンティアの関数型の特定が不必要、効率性の分布型の特定が不必要といった利点がある一方、統計的検定ができないという欠点がある。DEA の利点はフロンティア生産関数の欠点であり、DEA の欠点はフロンティア生産関数の利点である。また、フロンティアの決定に際して、フロンティア生産関数ではすべてのデータを使ってパラメータを決定するのに対し、DEA では少数の効率的経営のデータによって決定される (刀根, 1993) ため、異常値に注意すれば DEA に使用するサンプル数は計量的手法に比べて少なく済むという特徴もある。したがって、どちらの方法を使うかは、分析対象の特性によって使い分けるべきであろう。複数の基幹品目を持つ野菜などの園芸では DEA が適しているであろうし、単一経営が多い畜産などではフロンティア生産関数が適しているであろう。既往の研究では、いずれの方法を使ったものであっても、具体的な経営改善策の提示という部分に弱さがある。この部分を改善し、現実的な経営改善策が可能になれば有効な農業経営分析ツールとなり得るはずである。

第5節 既往の研究の問題点と本研究の分析視点

経営改善の意味を経営者の経営目標・目的から整理し、経営改善を目的とする農業経営分析には①目標設定に対する情報提供、②基本的問題、重要問題の抽出、提示、③目的・手段体系構築のための情報提供、④対策の効果に関する情報提供の4つの役割があることを挙げた。表序-3はこの視点から、既往の農業経営分析に関する研究を手法別に評価したものである。この表をもとにレビューを総括する。

経営診断の代表的な分析方法である直接比較法と標準

比較法は、どちらも比較によって経営の問題点を抽出する手法であり、直接比較法では平均値を用いて、標準比較法では標準値を用いて比較を行う。これらの手法では問題点の抽出に重点が置かれており、具体的解決策を提示した研究は少なかった。また、標準比較法では、増田 (1983) がいうように、標準値が「他の規範たりうるもの」であれば目標設定の情報にはなり得るであろうが、標準値の設定次第であり、恣意的になりやすいともいえるであろう。

生産関数分析は技術進歩の計測や、構造変化をとらえるのに大いに活躍した。また、経営診断にも応用されたが、抽象度が高いために、経営をどのように改善すればよいかという具体策を決定するという場面での実践的要請には十分に応えられなかった。つまり、経営の生産構造を関数として把握し、問題発見を行い、経営改善策も限界価値生産力、限界代替率の計測などによりある程度提示できるが、具体的な改善策としては提示しにくく、実践性に難点があった。

線形計画法をはじめとする数理計画法は、細かい単位に立ち入って生産構造の把握ができ、具体的かつ合理的な経営改善策を示すことができる。また、潜在価格の計測などにより制約条件に関する経営の問題点を抽出することが可能であり、最適解は、現状の制約条件の下での目標とすることができる。これらの特徴のため、農業技術の経営的評価に数多く使われている。しかし、数理計画法では計量的手法のように多数のサンプルを必要としないといった長所を持つ反面、正確な分析を行うためには農業技術および生産現場の状況を的確に反映したモデルが作成できることが前提となる。また、モデル化を行う時点では経営にとっての基本的問題点が明らかになっていなければならない。したがって、その前提が満たされなければ間違った結論を導きかねない。農業技術の開発は、その技術が目指す方向と多くの経営が目指す方向がマッチしていなければならない。したがって、農業技術の経営的評価の大きな役割は経営者の目標・目的に沿った視点から技術を評価し、技術開発に示唆を与えることである。しかし、既往の農業技術の経営的評価の研究では、表序-2に見たように、基本的問題点の検討を十分に行わないなど、経営者の経営目標を十分整理、吟味せずに適用した事例も散見され、これらの研究では、手法そのものというよりは適用法に問題があったと考えられる。

フロンティア生産関数、DEA といった、効率性測度を利用する農業経営分析では、生産フロンティアを評価基準として各経営の効率を計測するプラグマティックな手法であり、集団内比較の方法として高い可能性がある。

表序－3 既存分析手法の「経営分析の役割」の視点からの評価

手法	評価視点		
	①目標設定に対する情報提供	②基本的問題、重要問題の 抽出、提示	③目的－手段体系 ④対策の効果測定
直接比較法	×	○	×
	比較の対象は平均値であること とから、目標の情報とするに は不適切	平均値との比較で問題点発 見可能	具体的解決策策定の情報提供 は困難
標準比較法	○	○	×
	標準値を使用するため、目標 設定の情報にしやすい。しか し、標準値は恣意的になりや すい	標準値との比較により問題 発見可能	同上
生産関数分析	×	○	△
	平均的生産関数の計測からは 得られない	投入－産出関係の把握、技 術構造変化などにより問題 点を把握	限界代替率と費用最小化、価 格効率などで対策の方向性を 提示可能だが、具体性に課題
数理計画法	△	△	○
	最適解は、現状での目標とな り得るが、他経営との比較が ないため、より効率的な経営 が発見できない	潜在価格の計測などで制約 条件に関する問題点の把握 が可能だが、他経営との比 較による問題発見は不可能	具体的な改善策提示とその効 果測定が可能
フロンティア 生産関数	○	○	△
	生産フロンティアを目標にす ることが可能	効率を規制する要因を解明 することにより問題の摘 出、提示が可能	限界代替率と費用最小化、価 格効率などで対策の方向性を 提示可能だが、具体性に課題
DEA	○	○	△
	同上	同上	効率的経営の実績をもとに、 最適な投入・産出量を提示可 能であるが、実現性に課題が ある

注) 記号は各手法の評価視点から見た対応程度を表す ○：できている △：ある程度できている
×：できていない

非効率経営にとって生産フロンティアは「当面の目標」設定のための情報を与える。しかし、既往の研究を見ると、フロンティア生産関数で農業経営分析を行ったものは、技術効率と規模の関連や技術効率の規制要因など、主に構造面に焦点を当てたものが多く、具体的な経営改善策を提示したものは見あたらない。また、DEAを用いた研究で示される改善案は、効率的経営の実績をもとに求めた投入・産出の理論値が中心であり、実現性に疑問のあるものが多かった。それは、改善策の検討が効率的経営を参照するにとどまり、効率の差が何に起因するかを掘り下げて十分な検討を行わなかったためと考えられる。以上のことから、これらの効率性測度を利用した

分析では、実践的な分析を行える段階に到達していないものと思われる。

以上の問題点を踏まえ、本研究ではこれらの欠点を改善した農業経営分析法を提示する。

まず、第1章では水田作経営の規模拡大に対する水田圃場区画の問題を取り扱う。規模拡大によるコストダウンは、大規模水田作経営にとってはいわば自明の問題であり、それに対する圃場作業の効率化は基本的な問題である。ここでは、タイムスタディをもとに水田の圃場区画の拡大が作業の効率化にどのように寄与するかのメカニズムを技術的に解明し、続いて、経営者の視点から、現状の制度体系の中で圃場区画の拡大が持つ意味と望ま

しい圃場区画を明らかにする。これにより、水田圃場区画の拡大が大規模水田農業経営において、水稻および転作物のコストダウンに寄与する程度を明らかにする。

第2章では、野菜作経営の機械化による規模拡大の問題を取り扱う。近年、生鮮野菜でも輸入が増加し、コストダウンが経営の大きな問題となってきた。その中でも、中国からの輸入急増が社会問題にもなったネギを対象とし、千葉県北東部のネギ産地において比較的大規模にネギを栽培する経営をモデル化し、線形計画法による分析から隘路を発見し、コストダウンのための技術ターゲットはどこに置くべきかを明らかにする。続いて、千葉県と農機メーカーが共同で開発した全自動調製機を対象として、調製機が規模拡大とコストダウンに及ぼす効果と普及のための条件を明らかにする。

第3章では、球根性切花栽培における球根養成技術の評価を行う。千葉県北部で基幹作物をスイカ、ニンジンから、サンダーソニア等の花きに転換した経営を対象に、多段階線形計画法を用いたシミュレーションを適用し、球根養成技術の格差が経営成果に大きな格差をもたらす

ことを実証し、球根養成技術の確立と技術普及の重要性を明らかにする。これは、数理計画法による経営の基本的問題発見のアプローチにほかならない。

第4章と第5章では、効率性測度を利用する農業経営分析に現実的な改善策の検討を加え手法の改善を試みる。

まず、第4章では、酪農経営を対象として、修正 OLS (COLS) によるフロンティア生産関数を適用し技術効率および配分効率を計測する。そして、効率を規制する要因を探り、非効率経営の改善策の策定では、乳牛の飼料給与管理、乳牛個体の評価などを通して、短・中・長期別の具体的な改善方策を提示する。

続いて第5章では、DEA は多出力に対応すること、計量的手法に比べてサンプルサイズが小さくて済むことという特徴を生かし、大きなサンプルサイズが確保できない花き園芸経営に適用する。非効率経営の改善策の策定に当たっては、市場出荷データ、作業日誌データなどを用いて具体的な改善案を提示する。

第1章 水田の圃場区画と機械作業の能率

第1節 はじめに

水田農業においては、経営の大規模化による低コスト化が課題であり、圃場の区画形状を広げることで作業を効率化させるという努力がなされてきた。圃場整備事業においては、従来 30a 区画を基本とした整備がなされてきたが、1980 年代中頃以降は 1 ha を超える大区画圃場も整備対象に位置づけられ、近年、普及しつつある。

水田の大区画化による作業能率向上については、実測調査によるもの（川崎ら 1993）、シミュレーションによるもの（鶴岡・小野, 2001, 平泉, 1990）などで検討されている。いずれも、各作業が大区画化によって効率化される程度は明らかにしているものの、効率がどのようなメカニズムによりどの程度規制されているかは明らかにしていない。富樫ら（1994）は、効率化の要因を分析しているが、専ら作業速度と作業幅が「有効作業効率」に与える影響に着目しており、区画の拡大がどのようなメカニズムで作業の効率化をもたらすかは解明していない。また、川崎ら（1993）は作業効率から見た適正区画規模を明らかにしているが、経営全体の視点からは評価していない。一方、農業経営研究からのアプローチでは、面積の拡大とともに不可避免的に起きる圃場数増加や分散化の克服のために圃場区画の拡大や集約的土地利用の追求などが指摘されてきた^{註1)}。この問題を数量的にとらえた研究（鶴岡, 2001）では、水稻作付面積の拡大に対しては圃場整備水準、通作距離、圃場の連担、団地の順に影響力が大きいことを明らかにしたが、最適な圃場区画には言及していない。

そこで、本章では、小麦作および大豆作において、区画の拡大が作業を効率化させるメカニズムを解明し、そ

の程度を明らかにする。さらに稲作と組み合わせた場合の作付規模について考察し、経営全体の視点から最適な区画の大きさを明らかにする。序章で提示した「経営分析の役割」から見れば、効率化のメカニズム解明は土地改良主体に対しての基本的問題提示であり、経営全体の視点からの区画の評価は具体的な対策の提示であるといえる。

注1) 例えば田畑(1995)は、零細分散錯圃解消のためには、圃場区画の零細性の問題は圃場区画の拡大と整形化が、圃場の分散と錯圃の問題については圃場の団地化、地域での土地利用調整、地域での集約的土地利用の追求が、指摘できるとしている。

第2節 圃場区画形状と作業時間

1. 圃場区画の拡大と圃場作業量

2001 年に千葉県農業総合研究センター^{註2)} 水田圃場で行った大豆と小麦の播種および収穫作業について農作業試験方法（農作業試験方法編集委員会, 1987）にしたがってタイムスタディを行い、そのデータを用いて圃場の畦畔沿いの長さを 100m に固定し、農道沿いの長さを 20m から 350m まで 5 m ごとに変動させ、区画の大きさ別の各作業の圃場作業量（時間当たり作業面積）を求めた。畦畔沿いを 100m としたのは、近年における圃場整備では農道・小排水路間の距離が 100m であるものが大部分である^{註3)} ことと、千葉県内の一部に見られる地下水位の高い地帯などでは、距離が長くなると暗渠排水の勾配が取れなくなるなどの問題があるため、100m とするのが最も現実的であると考えたからである^{註4)}。また、調査対象作業を播種および収穫にしたのは、これらの作業が規模の規制要因になると考えられたから

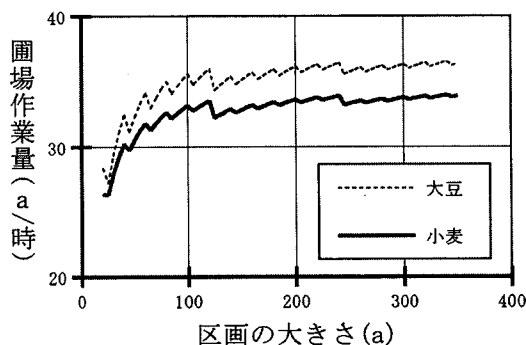


図1-1 区画の大きさと圃場作業量（播種作業）

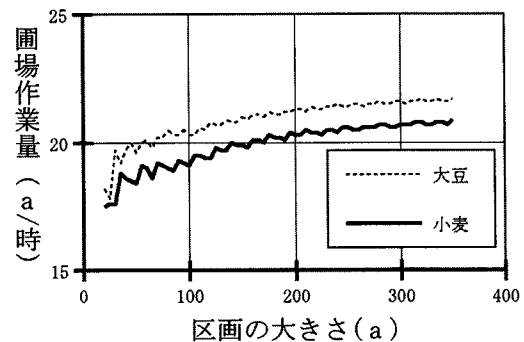


図1-2 区画の大きさと圃場作業量（収穫作業）

表1-1 圃場作業量との相関係数

作物	播種作業		収穫作業		
	重複作業 面積割合	ha 当たり 補給時間	重複作業 面積割合	ha 当たり 排出時間	ha 当たり 90 度旋回数
大豆	-0.934**	-0.754**	-0.308*	-0.845**	-0.352**
小麦	-0.959**	-0.698**	-0.527**	-0.772**	-0.632**

注) *は 5%水準, **は 1%水準で有意

表1-2 収穫作業における圃場作業量の規模別回帰分析結果

作物・面積	R ²	重複作業 面積割合	ha 当たり 排出時間	ha 当たり 90 度旋回数
大豆 1ha 以下	0.995	-0.358 (-14.852)	-0.413 (-15.440)	0.348 (13.260)
大豆 1ha 超	0.992		-0.195 (-13.452)	-0.880 (-60.593)
小麦 1ha 以下	0.971	-0.355 (-3.587)	-0.422 (-9.393)	0.457 (4.507)
小麦 1ha 超	0.979		-0.161 (-7.778)	-0.963 (-46.447)

注) 回帰係数はすべて標準化偏回帰係数 カッコ内 t 値

である。なお、播種は耕耘、施肥、播種、覆土を1工程で行えるドライブハローシーダを利用することとしたため、耕耘作業のみの計測は行わなかった。

播種は往復作業とし、クローラ型トラクタに作業幅 2.4m のドライブハローシーダを装着し、大豆は4条、小麦は8条で播種した。収穫は内回り作業とし、大豆には作業幅 1.8m の大豆専用コンバイン^{注5)}、小麦には作業幅 1.2m (4条) の自脱型コンバインを用いて収穫を行った。

圃場作業量のシミュレーションは、上記作業のタイムスタディから得た、実作業時間(直線作業時間)、巡回時間、資材の補給時間、生産物の搬出時間、圃場内移動時間、進入・退出時間をもとに鶴岡・小野(2001)の方法にしたがって行った。

シミュレーションの結果から、播種作業は、大豆、小麦のどちらにおいても、区画の大きさが1 ha 程度までは区画が広がるにつれて圃場作業量が急激に大きくなるが、それ以上では伸びが鈍化した(図1-1)。これに対して、収穫作業では区画の大きさが2 ha 程度までは圃場作業量が徐々に大きくなるが、それ以上では伸びが鈍化した(図1-2)。

2. 作業効率の規制要因

圃場作業量を規制すると考えられる第1の要因に、作業幅と区画の関係がある。圃場作業量の算出は、畦畔沿いの距離を固定し、農道沿いの距離を変動させて行っているため、その変動に伴って旋回数も変化する。このと

き、その距離が作業幅で割り切れれば効率が良いが、割り切れなければ作業の重複が生じる。ここでは、これを下の式に定義する重複作業面積割合としてとらえる。式中の「延べ作業距離」は、作業のために走行した距離、作業幅は作業機の幅である。各区画における重複作業の割合は、区画の面積が増加するほど小さくなるはずである。

$$\text{重複作業面積割合} = \frac{\text{延べ作業距離} \times \text{作業幅}}{\text{圃場面積}} - 1$$

第2の要因として考えられるのは、資材等の補給または生産物の排出に要する時間である。資材や生産物の積載可能量は一定であるので、区画面積の拡大に伴って補給回数は一定間隔で増加し、それによって、面積当たり補給(排出)時間は変動するはずである。これを「ha 当たり補給(排出)時間」ととらえる。

収穫作業のように内回りで作業をする場合は、短辺の長さで旋回数が決定される。畦畔沿いの距離は一定であるため、農道沿いの距離がこれ以上に伸び、畦畔沿いが短辺になると、面積にかかわらず旋回数は一定となる。そのため、面積が増加するほど単位面積当たり旋回数は減少するはずである。したがって、収穫作業に限りこれを第3の要因として考え、「ha 当たり 90 度旋回数」としてとらえる。

表1-1は、各作業におけるこれらの要因と圃場作業量との相関係数である。すべてのケースで符号は統計的

に有意に負であった。播種作業では、重複作業面積割合と極めて強い相関が見られ、ha 当たり補給時間とも強い相関が見られる。したがって、播種作業では、区画を拡げてゆくにつれて重複作業の割合が減ることで圃場作業量が高まり、一定間隔で補給が発生し、それに要する時間によって圃場作業量は第1図に見られるような上下動を繰り返していると考えられる。

これに対し、収穫作業では様相が異なる。重複作業面積割合との相関はそれほど高くなく、ha 当たり排出時間との相関が最も高い。また、グラフ(図1-2)では大豆、小麦ともほぼ同様の形状を示しているにもかかわらず、相関係数の傾向は全く異なっている。

すでに述べたとおり、収穫作業は内回りでを行い、短辺長で旋回数が決定される。畦畔沿いは100mなので、農道沿い距離が100mを超えると畦畔沿いが短辺になり、それ以上では旋回数が不変となるため、単位面積当たり旋回数は減少する。そこで、1ha以下と1haを超えた領域に分けて、圃場作業量を被説明変数とし、重複作業面積割合、ha 当たり排出時間、ha 当たり90度旋回数を説明変数とした重回帰分析を行った(表1-2)。回帰式の決定係数(自由度修正済)は、0.971から0.995と、当てはまりは非常に良好であり、すべての回帰係数は1%水準で有意であった。標準化偏回帰係数から判断すると、1ha以下の領域では大豆、小麦双方とも「重複作業面積割合」と「ha 当たり排出時間」が圃場作業量を引き下げており、その程度は「ha 当たり排出時間」の方がやや大きい。一方、「ha 当たり90度旋回数」のパラメータ推定値は正であった。これは、1haまでは旋回数と圃場作業量が同時に増加する過程にあることから、納得できる結果である。したがって、1ha以下の領域では面積が拡大するにつれて重複作業の割合が低下して圃場作業量が増加し、排出回数が増加するとに一定の間隔で圃場作業量を下げ、図1-2の曲線を描いていると判断できる。

1haを超えた領域での結果は、これとは全く異なる。まず、大豆、小麦双方で「重複作業面積割合」は有意でなく、説明変数から除外された。すなわち、この領域では重複作業の割合が低下し無視し得る程度になる。残りの2変数の係数は負であり、決定係数が大豆で0.992、小麦で0.979と、「ha 当たり90度旋回数」「ha 当たり排出時間」の2変数で圃場作業量の変動をほぼ説明し尽くしている。標準化偏回帰係数から見ると「ha 当たり90度旋回数」の説明力が極めて大きいことが分かる。したがって、1haを超えた領域では、単位面積当たりの旋回数の減少が圃場作業量増加の主な要因であると判断できる。

注2) 現千葉県農林総合研究センター

注3) 土地改良事業計画設計基準(農業土木学会, 2000)

によれば、耕区の標準的な形状として、乾田地帯では長辺長100~150m、湿田地帯では100mとしている。千葉県では、湿田地帯が多いこと、田面の均平度確保などの点から長辺長100mを標準としており、近年における圃場整備では1事例を除いてすべて長辺長100mで整備している。

注4) 平泉(1990)は、区画の拡大は長辺方向を伸ばす方が効果が高く、標準区画の短辺の畦畔抜きをしても能率向上はあまり望めないとしている。しかし、この論文で検討された60a区画での収穫作業で長辺が100mと200mの圃場では、圃場作業量の差はせいぜい1a/時であり、それほど大きな差とはいえない。そのため、すでに畦畔沿いが100mで整備された圃場における対応や排水の問題などから、畦畔沿いを100mとするのが最も現実的であると判断した。

注5) 大豆は専用コンバインを用いることにより、内回り作業での収穫が可能になる。

第3節 圃場区画が規模拡大に与える影響

以上のことから、往復作業で行われる播種では1ha以上、収穫作業では2ha以上で効率的な作業の実施が期待できる。そこで、これらの結果をもとに、圃場区画の大きさの違いが経営全体の作付規模にもたらす影響や最適な区画面積を明らかにするため、線形計画モデルを策定し分析を行った。分析には、中央農業総合研究センター作成のXLPを使用した。なお、圃場条件別単体表の主要部分(抜粋)を表1-3に示した。

分析モデルは、圃場区画について未整備田を想定した0.1ha区画、既存整備田を想定した0.3ha区画、大区画水田として1ha区画および2ha区画の4つのケースを設定した^{注6)}。水田の面積は自作地3haとし、借入地は20,590円/10aで制限なく借りられるものとした。労働力は4名とした。固定資本装備は目標面積を60~70haとする千葉県稲作標準技術体系のモデルⅢ(千葉県、千葉県農業技術会議, 2001)を基本に、タイムスタディで使用したドライブハローシーダ、大豆コンバイン等を加えたものとした。また、ここでは圃場区画の大きさが規模拡大に及ぼす効果だけを見るため、「圃場の分散」「圃場までの距離」は考慮しなかった。

作物プロセスとして、水稲がふさおとめ3作型、ひと

表1-3 圃場条件別単体表 (主要部分抜粋)

	定数項	関 係	ふさ とめ	お 1	… コシ ヒ カ リ	… 1	表十 大豆	表 1	…	大豆 1	…	借 地
利益係数			110.5	…	114.8	…	100.7	76.8	…	87.9	…	-20.6
土地	3	≥	1	…	1	…	1	1	…	1	…	-1
転作	0.99	≤					1	1		1		-0.33
1 月 - 2 ～ 2 月 - 1	1,140	≥					67.6			67.6		
：	：	：										
4 月 - 4	190	≥	<u>12.8</u>		0.7							
4 月 - 5	190	≥			<u>12.8</u>							
：	：	：										
6 月 - 2	190	≥					<u>31.4</u>	<u>31.4</u>				
6 月 - 3 ～ 7 月 - 1	950	≥								<u>5.0</u>		
：	：	：										
11 月 - 4 ～ 5	380	≥						<u>3.6</u>		<u>11.1</u>		
11 月 - 6	190	≥					<u>11.1</u>					
オペ 4 月 - 2	81.7	≥	<u>4.4</u>									
：	：	：										
オペ 8 月 - 4	70.3	≥	<u>3.9</u>									
オペ麦収穫	70.3	≥					<u>11.4</u>	<u>11.4</u>				
オペ大豆播種 1	54.6	≥								<u>5.0</u>		
オペ大豆収穫 1	74.6	≥								<u>10.1</u>		
オペ麦播種 4	83.6	≥					<u>3.6</u>					
水管理 4 月 - 1	50.2	≥	<u>0.8</u>									
：	：	：										

注1)単位 利益係数：万円/ha, 土地および転作：ha, 半旬別労働時間制約, オペ制約および水管理制約：時間

2)月の後の数値は半旬を表す (例：4月-5 = 4月第5半旬)

3)圃場区画0.3haの単体表の一部分を示した

4)波下線の付された数値は圃場区画によって変化する技術係数である

めぼれ1作型, コシヒカリ5作型, 大豆2作型, 小麦4作型, 「大豆-小麦」1作型の合計16の生産プロセスを設けた。

所得最大化を目的とし, 利益係数は次のように算出した。米の価格は, 価格形成センターにおける2005年産の千葉県産品種別指標価格年産平均とし, 流動費は千葉県稲作標準技術体系モデルⅢから算出した。小麦の価格は2006年産の茨城産農林61号の民間流通麦指標価格, 大豆の価格は2005年産の千葉県産フクユタカの落札価格とし, 流動費は千葉県農業総合研究センター内試験の実績値を用いて算出した。また, 品目横断的経営安定対策, 米政策改革推進対策等の助成金については, 千葉県の代表的な水田地域であるK市の事例を適用することとした。品目横断的経営安定対策の「ゲタ対策」のうち, 過去の生産実績に対して支払われるいわゆる「緑ゲタ」は, 生産拡大の誘因となつてはならないため, 利益係数には含めず, 最適化後に助成額を利益合計に加えることとした。対象面積は, 0.1ha区画の最適解における小麦, 大豆の面積とした^(注7)。したがって, この面積を超える部分には「緑ゲタ」は与えられない。助成額は10a当たり小麦22,092円, 大豆13,952円である。「黄ゲタ」

は, 小麦は全量「1等Aランク」, 大豆は全量「1等」と仮定して計算し, 利益係数に含めた。また, 「ナラシ対策」は考慮しないこととした。産地作り交付金については, 小麦・大豆とも基本助成12,000円に団地化助成27,000円を加えた金額とし, 利益係数に含めた。このほかに新需給システム定着交付金(麦, 大豆とも18,000円/10a), 県単水田農業構造改革推進事業補助金(7,000円/10a)を利益係数に加えた。

制約条件は半旬別労働制約, オペレータ労働時間制約, 水管理制約, 土地制約, 転作制約^(注9)を設けた。半旬別労働制約は1人1日当たり9.5時間を上限とした。オペレータ制約は, 機械作業はオペレータ2名で行い, 降雨による作業可能日数率を考慮した時間の範囲となるよう設定した。水管理制約は, 水管理作業は経営者が1人で機械作業の合間および機械作業とは別に早朝と夜に行うこととした。つまりオペレータとしての機械作業時間以外の早朝, 夜の作業時間を合計し, その範囲内で水管理作業を行うように設定した。

技術係数に関しては, 大豆, 小麦はタイムスタディ・データをもとに圃場区画ごとの係数を作成し^(注9), 水稻は, これに既存の技術係数^(注10)を用いた。この工夫を通

表 1 - 4 圃場区画別の最適作付面積と所得

		区画の面積			
		0.1ha	0.3ha	1ha	2ha
所得	(万円)	1,896	3,484	3,846	4,053
増加率	(%)		83.8	10.4	5.4
作付面積	(ha)	42.4	61.1	65.3	67.9
増加率	(%)		44.1	6.8	3.9
水稻合計	(ha)	26.0	40.2	43.8	45.5
ふさおとめ 1	(〃)	7.6	9.6	11.2	11.1
ふさおとめ 2	(〃)		1.1		
ふさおとめ 3	(〃)			1.2	2.7
ひとめぼれ	(〃)	0.1	0.4		
コシヒカリ 1	(〃)	4.9	9.8	11.9	12.0
コシヒカリ 2	(〃)		2.7	0.9	0.9
コシヒカリ 3	(〃)			1.8	0.7
コシヒカリ 4	(〃)	6.1	7.4	8.0	9.2
コシヒカリ 5	(〃)	7.2	9.3	8.9	8.8
転作物合計	(〃)	16.4	20.9	21.6	22.4
麦 - 大豆	(〃)				
麦 1	(〃)	5.1	6.1	6.2	6.4
麦 2	(〃)				
麦 3	(〃)				
麦 4	(〃)				
大豆 1	(〃)	5.6	7.4	7.6	7.9
大豆 2	(〃)	5.7	7.5	7.7	8.1
借地	(〃)	39.4	58.1	62.3	64.9

表 1 - 5 制約要素の潜在価格 (円/時間)

制約名	作業名	区画の面積			
		10a	30a	1ha	2ha
4月-5	ふさおとめ, コシヒカリ 移植	0	6,628	0	0
6月-2	麦 収穫	0	17,742	78,188	79,798
9月-2	コシヒカリ 収穫	0	2,847	2,374	2,408
9月-3	〃	0	0	2,216	2,242
9月-4	〃	38,148	53,885	2,891	2,941
オペ麦 収穫	麦 収穫 オペレータ 労働時間	40,158	0	0	0
オペ大豆 収穫 1	大豆 収穫 〃	40,454	57,778	253,680	265,533
オペ大豆 収穫 2	〃 〃	40,454	57,778	253,680	265,533
水管理 4月-2	水管理 労働時間	44,629	132,814	0	0
水管理 4月-4	〃	104,810	81,307	0	0
水管理 4月-5	〃	124,615	181,204	0	0
水管理 4月-6	〃	94,924	137,451	0	0

注) 月の後の数値は半旬を表す (例: 4月-5 = 4月第5半旬)

じて、圃場区画の規模拡大に対する効果を把握できる。

区画拡大の効果に関する分析結果を表 1 - 4 に示した。0.1ha 区画では、水稻、大豆、小麦を合計した作付面積は 42.4ha となる。区画を上げた場合、0.3ha 区画では 61.1ha、1 ha 区画では 65.3ha、2 ha 区画では 67.9ha まで規模が拡大する。0.1ha 区画から 0.3ha 区画までは作付面積で 44%、所得で 84%増加、0.3ha 区画から 1 ha 区画までは面積で 7%、所得で 10%増加、1 ha 区画から 2 ha 区画までは面積で 4%、所得で 5%増加と、区画が大きくなるごとに規模拡大効果も所得向上効果も逓減する。

規模拡大の制約要因を解析するため、各区画の最適解で上限に達した労働時間に関する制約要素の潜在価格を

検討した (表 1 - 5)。各最適解において制約となっているのは、水稻の移植、水管理、収穫と、小麦、大豆の収穫の労働時間であった。0.1ha 区画および 0.3ha 区画で制約となっていた水管理労働が 1 ha 以上の区画で制約とならないのは、移植にかかわる機械作業が区画の拡大に伴って効率化され、水管理労働に使用できる時間が増加するためだと解釈できる。したがって、規模を規制している制約要素は、すべて区画の拡大とともに効率化される作業に関連するものであり、区画の拡大に伴う作付面積の増加は、水稻移植作業および水稻、小麦、大豆の収穫作業の効率化によるものである。

注 6) 千葉県の水田整備率は平成 14 年時点で 56%で、

未整備田が相当存在しており、その整備が課題となっている。用水は区画の大きさに伴い、0.1haは開渠方式、0.3ha以上はパイプライン方式とした。

注7) 本モデルは、特定の事例に基づくものではないため、与件としての「緑ゲタ」対象面積がない。そこで、最も小さい0.1ha区画の最適解における小麦、大豆面積を、従前からの転作面積と仮定し、これを対象面積とした。

注8) 転作率は、千葉県の配分数量の動向から33%に設定した。

注9) 0.1ha区画については、畦畔沿い50m、農道沿い20mとして技術係数を算出した。

注10) 鶴岡(2001)にしたがって設定した。なお、使用機械は、移植は0.1ha区画では6条、それ以上は8条乗用高速側条施肥田植機、収穫は0.1ha区画では4条、それ以上は5条の自脱型コンバインとした。

第4節 最適な圃場区画

前節の分析では、区画が1haを超えると、規模を規制する要因は、内回り作業で行う収穫作業に関連する労働時間のみとなるため、1haを超えても作付面積と所得は増加し、2ha区画で最高になった。

では、最適な区画は2haなのであろうか。ここで、1日の作業単位としての区画を検討してみる。表1-5によれば、1haおよび2ha区画で最も潜在価格が高いのは大豆収穫のオペレータ作業時間である。タイムスタディ・データからのシミュレーションでは、大豆収穫作業の圃場作業量は1ha区画で20.3a/時、2ha区画で20.8a/時であった。土地改良事業計画設計基準(農業土木学会, 2000)に従い、1日の作業時間を8時間、実作業率を0.7と仮定し、1日に収穫可能な面積を算出すると、1ha区画で1.14ha、2ha区画で1.16haとなり、2ha区画の圃場では1日で収穫作業を完了する

ことができない。1ha区画と2ha区画それぞれの最適解での、所得の違いは5%程度と小さいこと、圃場1筆の収穫作業は、1日で終わらせるのが望ましいことを考え合わせれば、想定する機械体系での最適圃場区画はおおむね1haといつてよい。ただし、今後、大型汎用コンバインの導入などによって、圃場作業量が37a/時程度まで向上すれば、1日に2haの収穫が行えることになる。そのような条件がそろうまでは、1haを超える区画整備を圃場整備事業等で積極的に推進する合理性はないといえる。

第5節 まとめ

本章では、タイムスタディ・データから圃場区画別の圃場作業量を推定した結果、往復作業で行う播種では区画が1haを超えると効率はほとんど上昇しないが、内回り作業で行う収穫作業では1haを超えても圃場作業量は徐々に伸び続けることを明らかにした。このデータをもとに作成した線形計画モデルでは、区画が1haを超えると、規模を規制する要因は、収穫作業に関連する労働時間のみとなるため、1haを超えても作付面積と所得は増加し、2ha区画で最高になった。

しかし、1ha区画と2ha区画では、規模で4%、所得で5%の差にすぎないこと、2ha区画では、最も限界価値生産力の高い大豆の収穫が1筆当たり1日で終わらないことなどにより、最適な圃場区画は1ha程度であると結論づけた。

本章で行った分析結果を、序章で提示した「経営分析の役割」から評価すれば、圃場区画拡大による作業効率化メカニズムの解明は、土地改良主体に対する基本的問題の提示であり、経営者の視点から明らかにした最適圃場区画は、それに応える具体的対策といつていいだろう。また、圃場区画別最適計画は、大規模水田作経営を志向する経営者の目標設定に対する情報となり得るものである。

第2章 ネギ作の機械化と大規模経営確立

第1節 はじめに

生鮮野菜の輸入量が増加し、野菜においてもコストダウンが産地や経営にとっての大きな問題となってきた。特に、ネギは1998年以降、中国からの輸入が急増し、そのために価格が下落して国内農業に深刻な影響を与えているとして、政府は2001年4月23日に生シイタケ、い草とともにセーフガードを暫定発動した。さらに同年8月には、「低コスト化タイプ」「契約取引推進タイプ」「高付加価値化タイプ」の3つの戦略モデルを示し、取り組み方向を明確にした野菜産地に対して、集中的な支援をするとし、2002年度予算では「野菜の構造改革対策」「野菜生産基盤整備特別対策」として400億円あまりを計上した。

政府の戦略モデルのうち低コスト化タイプでは、「ねぎ調製ロボット等省力化機械の導入」が低コスト化のキーテクノロジーとして示されており、調製作業の省力化と通い箱利用による出荷資材の節減などによってコストを3割程度削減するとした。また、自動調製機の開発に先行して、防除機、収穫機が開発され、すでに普及段階にある。そこで、これらの機械化が、ネギ作の規模拡大と低コスト化にどの程度の影響を及ぼすのか、また、目標とするコストダウンを達成するために解決すべき問題点と、解決策を明らかにする。これを、序章で提示した「経営分析の役割」から見れば、ネギ作経営、産地にとっての基本的問題の抽出・提示であり、具体的解決策の提示であるといえる。

第2節 データと方法

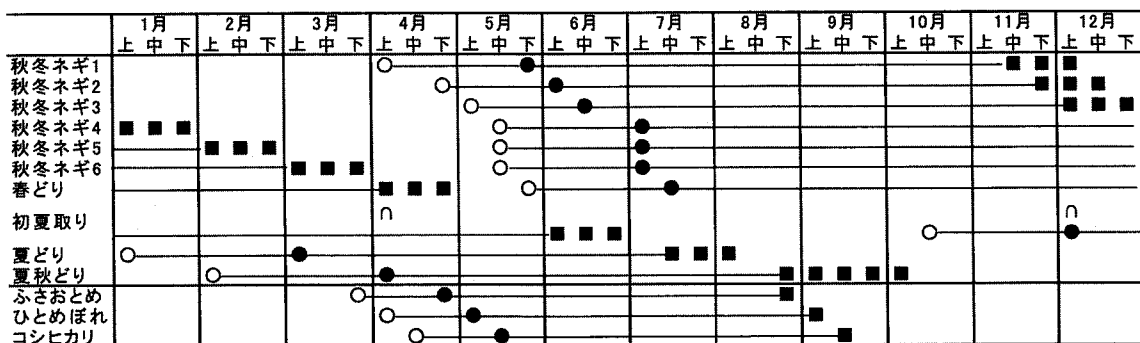
本章は二つの研究で構成されている。ひとつは、防除機、収穫機の機械化体系が規模拡大と低コスト化に及ぼす効果を明らかにする研究であり、もうひとつは千葉県が開発に携わる全自動調製機の経営的評価を通じて、規模拡大と低コスト化を展望する研究である。研究が二つに分かれたのは、主に機械の開発時期が異なることによるものである。

1. (研究1) 防除作業、収穫作業の省力化

ネギは比較的機械開発が進んだ野菜であり、特に育苗・定植作業ではすでに機械化による大幅な省力化がなされている。薬剤散布ではネギ用防除機（ブームスプレーヤ）、収穫ではネギ収穫機（ハーベスタ）が実用段階に入り、また全自動調製機の実用化が近づいている。現在、多くの経営では、動力噴霧器（動噴）による薬剤散布、管理機掘り・手取り収穫、手作業の調製（皮むき機利用）を行っている。そこで、次に機械化されるであろう「薬剤散布」と「収穫」をそれぞれ防除機と収穫機で行った場合に、どの程度規模拡大ができ、その経営成果はどの程度であるかの試算を行うことにする。

規模および経営成果の試算は、2001年7～8月に実施した千葉県内の代表的産地の経営24戸の聴き取り調査結果から得た、投入・産出および時期別労働時間を用い、家族労働力250時間/旬（2.5人×100時間/旬）、水田300a（うち転作面積100.8a）、普通畑150aの経営を想定して機械体系導入前・後の技術係数を作成した上、線形計画法で行った。なお、計算には線形計画プログラムXLPを使用した。

今回の調査対象とした作型は、秋冬どり12月収穫、チェーンポット育苗で結束調製のないものとし、時期および単価・収量を変更することにより、他作型の技術係



注) ○播種 ●移植, 定植 □トンネル被覆, 除去 ■収穫

図2-1 作型別作業適期

数を作成した。作型としては秋冬どり6作型、春どり、初夏どり、夏どり、夏秋どりの計10作型である(図2-1参照)。ただし、トンネル被覆をする初夏どりの労働時間については千葉県野菜栽培標準技術体系をもとに作成した。単価は基準作型の1,200円/箱(5kg)を基準として、東京中央卸売市場の単価トレンドをもとに作成した。水稻は「ふさおとめ」、「ひとめばれ」、「コシヒカリ」各1作型を選択できるものとし、粗収益は2000年産加重平均価格と千葉県稲作標準技術体系の目標収量から算出した。ここから同体系に示された単位当たり変動費を差し引いたものを利益係数とした。なお、収穫機は価格300万円、耐用年数8年、防除機は価格130万円、耐用年数5年とした。

2. (研究2) 調製作業の省力化

千葉県ではネギ栽培の効率化とそれによる栽培農家の規模拡大、低コスト化をねらって、千葉県農業総合研究センターと有限会社 dmr が共同でネギ全自動調製機 SK-004 型(以下 SK-004 型とする)の開発を行った。ここでは、SK-004 型の能率を実測し、これを経営に導入した場合の最適規模および経済性を明らかにし、併せて千葉県山武地域を中心に普及が進んでいる半自動調製機との比較を行い、今後の課題を明らかにする。

1) 調製作業のタイムスタディ

SK-004 型の調製作業所要時間については以下のように測定した。2003年6月13日に千葉県匝瑳郡光町 Y 経営に SK-004 型を設置し、2週間の慣らし期間をおいた後、6月27日および7月11日にビデオ撮影を行い、調製機による皮むきまでの作業と選別、結束、箱詰め等各作業の時間を計測した。

半自動調製機の調製作業所要時間の測定は2003年1月と2004年3月に、千葉県山武郡成東町の調製機導入後1年以上の、操作によく慣れた2戸の経営で行った。測定方法は SK-004 型と同様にビデオを用いた。

2) 調製機の経営的効果の定量

慣行、SK-004 型利用、半自動調製機利用それぞれの技術係数を作成し、線形計画法によって調製機のもたら

す規模拡大効果を定量した。

線形計画法は、経営計画で一般的に行われる利益最大化モデルとし、制約要素は土地および旬別労働時間で構成されるものとした。定量化に当たって想定した経営は、前項の研究1と同様とし、借入畑は10a 当たり12,320円で調達できるものとした。また、雇用労働力は常時雇用の女性パートタイム労働力を想定して、年間賃金100万円、1日8時間、月間20日労働、正月および旧盆を休むという条件で設定した。栽培可能なネギおよび水稻の作型は前項と同じく図2-1のとおりである。

各作物の10a 当たり利益係数の算出については以下のように行った。ネギは県内の代表的産地の経営24戸の聴き取り調査結果から得た投入・産出データと県内産ネギ2002年11月～2003年10月の東京中央卸売市場旬別平均値から算出した。水稻は2002年産米の県内産加重平均価格と千葉県稲作標準技術体系の目標収量から粗収益を算出し、ここから同体系に示された単位当たり変動費を差し引いたものを利益係数とした。

投下労働時間については以下のとおりとした。ネギの調製労働以外の労働時間については、上述の聴き取り調査結果から旬別労働投入時間を作成した。旬別の調製労働時間については、慣行は千葉県農林水産部農業改良課(2002)の資料から、SK-004 型および半自動調製機についてはタイムスタディ結果から算出した。

固定資本装備については表2-1のとおりとした。固定資本のうち、SK-004 型は価格395万円、半自動調製機は価格150万円、耐用年数はどちらも8年でネギ生産農家が戸別導入するものとした。また、皮むき機利用の「慣行調製モデル」と「SK-004 型利用モデル」「半自動調製機利用モデル」のいずれも防除機および収穫機を利用するものとし、防除機は価格130万円、耐用年数5年、収穫機は価格300万円、耐用年数8年とし、3戸で共同利用するものとした。なお、計算には線形計画プログラム XLP を使用した。

第3節 結果および考察

表2-1 定量化のために想定した経営

労働力	家族労働	2.5人×100時間/旬(上限)	
	雇用労働	100万円/人(8時間×月間20日, 上限3名)	
土地	畑	自作地	150a
		借入	12,320円/10a(上限無し)
	水田	自作地	300a(うち101a転作)
固定費	慣行	減価償却費	235万円
	SK-004 型導入		279万円
	半自動調製機導入		252万円
		修繕費	47万円
			56万円
			50万円

1. 防除作業、収穫作業の省力化

1) 防除機、収穫機導入が規模拡大に及ぼす効果

上述の方法で作成した防除機、収穫機の導入前、後の技術係数を用いて、利益最大化の最適解を求めた（表2-2）。ただし、秋冬どりは6作型の合計面積とした。機械体系（防除機および収穫機）を導入するか否かにかかわらず、水稻は面積の上限まで作付けている。これに対しネギでは畑面積を使い切っていない。

ネギ栽培面積の合計は機械体系導入前が115a、導入後が126aで作付面積の差はわずか10aにすぎない。作型別構成を見ると導入前と導入後では異なっていることが分かる。機械体系導入後では秋冬どりと夏秋どりを増やし、春どりと夏どりを減らし、水稻では「コシヒカリ」の割合を高めることにより利益最大化を図ろうとしている。しかし、最適解における機械体系導入前後の所得差は11万円強にとどまる。

動噴による防除は2人の作業人員を要するのに対し、ネギ専用防除機では1人で済むことにより、収穫機による収穫は、慣行の管理機掘削、手掘りの2行程が、掘り取りのみの1行程になることにより、どちらも慣行の約45%と大きな労働節約効果がある（ちばみどり農業協同組合、2001）。しかし、全体としての改善効果が小さいのはなぜであろうか。

表2-3に使い切った制約要素の潜在価格を示した。使い切った旬別労働時間の時期に対応する作業名を見ると、すべての時期にネギの収穫作業がある。また、潜在価格の水準は同じ時期にほぼ似通った金額を示している。したがって、収穫作業の機械化が可能になった後も、同じ部分がボトルネックになっていると判断された。秋冬どりを例にとれば、収穫・調製時間は約350時間で、そのうち調製・出荷にかかる時間が250時間と約7割を占めている。収穫機の導入により収穫時間は55%減らすことができるが、収穫・調製時間全体としては16

表2-2 最適解の作型別面積(a)

	導入前	導入後
秋冬どり	72.1	83.7
初夏どり	0.0	0.0
春どり	11.7	8.9
夏どり	6.9	5.6
夏秋どり	24.0	28.0
ネギ合計	114.7	126.2
ふさおとめ	27.0	15.7
ひとめぼれ	81.0	84.3
コシヒカリ	91.2	99.1
水稻合計	199.2	199.2
所得(円)	5,752,471	5,863,019
導入前・後所得差		+110,548円

%の減少にとどまる。そのために、機械体系の導入効果はさほど大きくならないのである。したがって、今後は自動調製機の開発や、調製・出荷作業の外部受委託システムの検討が重要になる。

2) 雇用労働力導入の検討

表2-3に示された結果から、これらの時期に潜在価格を下回る金額で労働力を調達できれば所得が向上することが分かる。ここでは、常時雇用の女性パートタイム労働力を想定して、年間賃金100万円、1日8時間、月間20日労働、正月および旧盆を休むという条件で雇用プロセスを導入して試算を行い、その結果を表2-4に示した。

まず、雇用の上限を3人に設定し線形計画法を適用すると、雇用人数1.01人のところで7月、8月の畑面積上限に達し、そのときのネギ延べ作付面積は150aで所得は619万円になった。作型別には、秋冬どり、春どり、夏どり、夏秋どりを増やし、水稻ではコシヒカリの割合を上げている。次に、新たに畑借り入れプロセスを設定して線形計画法を適用した。なお、地代水準は「田畑価格及び小作料調」（財団法人日本不動産研究所、1997）の千葉県平均値（13,500円）を使用した。その

表2-3 使い切った制約要素の潜在価格(円)

制約要素	導入前	導入後	作業名
水田	85,970	83,610	
1月上旬労働	4,347	4,993	秋冬収穫 夏どり播種
2月上旬労働	4,262	4,899	秋冬収穫 夏秋播種
3月上旬労働	4,486	4,114	秋冬収穫 夏どり定植
3月下旬労働	427	1,565	秋冬収穫
4月上旬労働	3,323	3,016	春どり収穫 秋冬播種 初夏どりトンネル被覆 夏秋定植
8月下旬労働	1,598	1,706	夏秋収穫 ふさおとめ収穫
9月上旬労働	1,214	1,442	夏秋収穫 ひとめぼれ収穫
9月中旬労働	2,312	2,660	夏秋収穫 コシヒカリ収穫
12月上旬労働	4,548	5,495	秋冬収穫 初夏どり定植

表2-4 雇用労働力導入の効果

	雇用無し	雇用導入	雇用+ 借地
所得(万円)	586.3	619.6	678.3
雇用人数(人)	—	1.01	3.00
借地面積(a)	—	—	46.7
秋冬どり(m)	83.7	96.8	122.4
初夏どり(m)	0.0	0.0	0.0
春どり(m)	8.9	10.4	13.5
夏どり(m)	5.6	6.2	7.4
夏秋どり(m)	28.0	36.6	53.4
ネギ合計(m)	126.2	150.0	196.7
ふさおとめ(m)	15.7	10.3	0.0
ひとめぼれ(m)	84.3	85.5	87.2
コシヒカリ(m)	99.1	103.4	112.0
水稻合計(m)	199.2	199.2	199.2

表2-5 各モデルのkg当たりコスト

モデル名	コスト (円)	指数
機械体系導入前	395.6	1.00
〃 導入後	364.1	0.92
雇用	361.1	0.91
雇用+借地	358.1	0.91

注：指数は「機械体系導入前」を1とした指数。

労働は、家族・雇用を区別することなく、毎月勤労統計(2001年、製造業5～29人)の時間当たり賃金で評価した

表2-6 ネギ調製機のタイムスタディ結果

調査項目	SK-004 型	半自動調製機 (K 経営)	半自動調製機 (I 経営)
搬送本数 (本/時)	690	—	—
処理本数 (本/時)	520	1,179	582

注) 搬送本数は時間当たりの処理可能本数を示し、空走を含んでいる。半自動調製機は皮むきをしない限り空走することはないので、搬送本数を計測することができない。

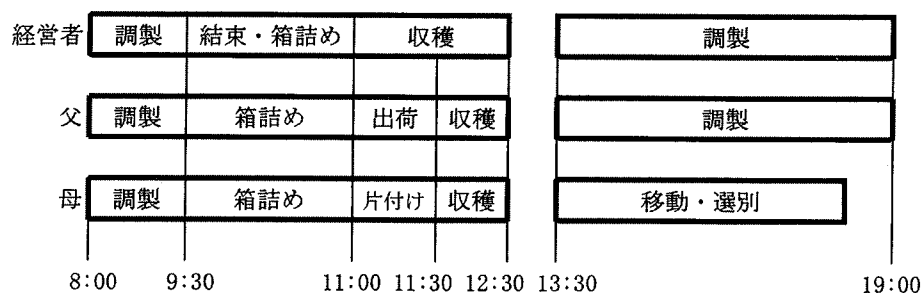


図2-2 調査経営の収穫期（夏ネギ）における1日の作業時間

結果、雇用を上限の3人、46.7a 借地をしたところが最適解となり、そのときのネギ面積合計は 196a で所得は 678 万円になった。

3) 小括

ここまで機械体系導入と規模拡大について検討してきたが、防除機と収穫機を導入しても収穫調製労働がボトルネックになり、規模拡大がそれほど進まないことが分かった。そこで、雇用導入をするとさらに 70a の規模拡大ができることが明らかになった。しかし、現地ではネギ作経営に雇用労働力を導入している事例は少ないことから、経営者は、雇用労働力導入よりも先に、自動調製機の導入を検討するであろう。したがって、次の段階では自動調製機が規模拡大と低コスト化に及ぼす効果を検討する必要がある。

表2-5に、表2-2および表2-4の各モデルのkg当たりコスト（卸売段階）を示した。慣行に比べ、機械体系導入後では8%、雇用導入後では9%低下させることが可能である。しかし、政府が示した戦略モデルのうち「低コスト化タイプ」の求める卸売段階までコスト4割の削減には、なお相当の開きがある。

2. ネギ調製機の経営的評価

1) 調製作業の所要時間

まず、SK-004 型と半自動調製機の作業上の相違点について触れておく。全自動調製機の SK-004 型ではネギを搬送ベルトに載せるだけで、根切り、葉切り、皮むき

が全自動で行われる。一方、半自動調製機では搬送ベルトに載せる際に根切り位置を表すレーザー光に合わせてネギを置くと、根切り、葉切りは自動で行われるが、皮むき部では作業者が皮むき機に準じて手動で皮むきを行う必要がある。なお、どちらもネギを載せる側と受け取る側で作業人員は2名必要である。

Y 経営の夏ネギ収穫期における1日の作業時間の配分を図2-2に示した。秋冬ネギの収穫期では、収穫時間が午後になるなど季節によって作業順序が入れ替わることがあるが、おおむねこのような時間配分である。一方、作業の流れからいえば、収穫→地干し→運搬→調製（根切り、葉切り、皮むき）→選別→結束→箱詰→出荷という順序で行われていた。

所要時間計測結果を表2-6に示した。SK-004 型の処理可能本数は時間当たり 690 本（搬送本数）であったが、作業中に切り落とした根および葉の清掃時間などの空走時間を含むため、実際に処理できたものは 520 本であった。根切りおよび皮むきの失敗によるロスは、時間当たり 21.9 本で全体の 4.2 %であった。

半自動調製機の計測結果は調査した二つの経営で大きく異なった。半自動調製機の調製能力は、メーカーのカタログによると毎時 1,200 本（7.5kw コンプレッサー使用時）であるが、K 経営では毎時 1,179 本とほぼカタログ通りの処理ができていたのに対し、I 経営では毎時 582 本と半分程度にとどまった。K 経営と I 経営で作業方法の違いはなく、作業者が束ねられたネギをとり、レ

表 2-7 調製方法別最適解

	慣行	SK-004	SK-004 ワンマン	半自動 L	半自動 H
雇 ネギ合計面積 (a)	129.6	157.7	177.4	165.3	180.1
用 畑借入面積 (a)	0.0	7.7	27.4	15.3	30.1
無 所得 (万円)	663.5	706.9	781.3	756.9	791.8
し 所得増加額 (万円)	—	43.3	117.8	93.3	128.3
雇 雇用人数 (人)	2	3	3	3	3
用 ネギ合計面積 (a)	176.0	237.0	292.9	248.3	299.6
有 畑借入面積 (a)	26.0	87.0	142.9	98.3	149.6
り 所得 (万円)	718.3	905.4	1,060.0	971.4	1,078.5
所得増加額 (万円)	—	187.1	341.7	253.1	360.3

表 2-8 最適解における各プロセスの稼働水準

プロセス	雇用無し					雇用有り				
	慣行	SK	SK ワンマン	半自 動 L	半自 動 H	慣行	SK	SK ワンマン	半自 動 L	半自 動 H
雇用 (人)						2	3	3	3	3
秋冬 11 月中～収穫 (a)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
秋冬 11 月下～収穫 (〃)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	0.0	0.0	0.0	0.0
秋冬 12 月収穫 (〃)	19.0	23.3	29.8	24.4	30.8	0.3	38.3	48.8	40.2	50.5
秋冬 1 月収穫 (〃)	24.1	24.5	30.1	25.7	30.9	24.1	25.3	24.6	24.1	24.8
秋冬 2 月収穫 (〃)	21.4	27.7	16.8	25.9	15.2	30.8	51.3	51.2	53.2	50.8
秋冬 3 月収穫 (〃)	24.5	23.5	28.2	24.3	28.9	35.0	45.1	46.7	44.1	47.2
初夏どり (〃)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
春どり (〃)	23.6	26.8	27.0	23.2	26.9	35.0	58.5	48.2	59.3	46.1
夏どり (〃)	1.3	20.4	23.4	20.4	23.8	1.6	17.6	37.1	25.1	38.8
夏秋どり (〃)	15.7	11.5	22.3	21.4	23.7	21.5	1.1	36.3	2.4	41.5
ふさおとめ (〃)	0.0	0.0	22.7	33.7	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ひとめぼれ (〃)	5.4	199.2	176.5	165.5	173.2	0.0	199.2	199.2	199.2	199.2
コシヒカリ (〃)	193.8	0.0	0.0	0.0	0.0	199.2	0.0	0.0	0.0	0.0
畑借入面積 (〃)	0.0	7.7	27.4	15.3	30.1	26.0	87.0	142.9	98.3	149.6

一ザ一光で示された根切り位置に合わせて 1 本ずつ搬送ベルトに載せ、もう 1 人の作業者が皮むきと荒選別を行っていた。半自動調製機では皮むきを手動で行うため、その処理本数は皮むき作業者の能率に依存する。したがって、K、I 両経営の処理本数の格差は、主として作業者の能率格差と考えられた。

2) 調製機の規模拡大効果の定量

調製方法別の技術係数は、時間当たり調製本数を、慣行では皮むき機 2 台利用として 326 本、SK-004 型では 520 本で作成した。半自動調製機は経営間の調製能力格差が幅広いことから、低能率区分として I 経営の実現値 582 本（以下「半自動 L」とする）、高能率区分として K 経営の実現値 1,179 本（以下「半自動 H」とする）の 2 区分を設けて作成した。さらに、SK-004 型の 1 人操作が可能になった場合（以下「SK-004 型ワンマン」とする）を想定し、時間当たり調製本数は変えずに所要労働力だけが減少する区分も設定した。SK-004 型ワンマ

ンを設定した理由は、現状の SK-004 型では皮むきされたネギが貯留される構造になっていないため、作業者が皮むき後のネギを受け取る必要があり、必ず 2 名で作業しなければならないが、貯留テーブルを設けることによって比較的容易に 1 人操作が実現可能だと思われたからである。実際に SK-004 型を導入した経営の中に、簡易なネギ受け台を自作し、ほぼ 1 人で調製を行っている事例があり、実現可能性は高いものと思われる。

各調製方法区分のすべてに対して雇用無しの場合と雇用有りの場合を設定し、線形計画法により最適化を行った（表 2-7）。雇用無しの場合、慣行、SK-004 型、半自動 L、SK-004 型ワンマン、半自動 H の順で、ネギ合計面積も所得も大きくなった。ネギ合計面積は SK-004 型では 158a、SK-004 型ワンマンでは 177a であった。最適解における各プロセスの稼働水準（表 2-8）を見ると、調製方法によって主に秋冬 12 月収穫、夏どり、夏秋どりの最適な面積が変わることが分かる。

水稲作では、慣行以外は「コシヒカリ」が採用されていないが、これは、「コシヒカリ」の収穫と夏秋どりネギの収穫期が重なるためであると思われる。

3名を上限とした雇用有りの場合、慣行は2名まで、その他の調製方法では上限まで利用するため、面積も所得もより大きくなるが、その順位は雇用無しの場合と同様であった。SK-004型ではネギ合計面積237a、所得905万円で、慣行よりも61aほど拡大でき、187万円の所得増加となる。SK-004型ワンマンではネギ合計面積が293aになり、所得1,060万円で、慣行よりも117a拡大でき、342万円の所得増となる。半自動Lはその中間で、ネギ合計面積248a、所得971万円であり、半自動HはSK-004型ワンマンに近く、ネギ合計面積300a、所得1,079万円であった。最適解における各プロセスの稼働水準(表2-8)は、慣行以外では雇用無しの場合とほぼ同様の傾向を示しており、調製方法の違いによってネギ合計面積が大きいほど秋冬12月収穫、夏どり、夏秋どりの面積が大きくなった。慣行は導入コストの高い労働力を2名に抑制し、作型の編成を変更することで利益最大化を図っているものと解釈できる。

調製方法別のネギ作付面積と所得の関係は図2-3のようになり、それぞれの位置関係が明瞭になる。図から明らかなように、慣行の調製方法で雇用労働を2人導入した場合は雇用無しのSK-004型に比べてやや所得水準が高いが、雇用無しの半自動L、SK-004型ワンマンおよび半自動Hよりも所得水準が低い。また、調製方法間の作付面積、所得水準の格差は雇用無しの場合よりも雇用有りの場合の方が大きい。したがって、SK-004型、半自動調製機どちらも、雇用労働力を導入して規模を大きくした方が調製機を効率的に生かすことができる。ところで試算の前提として雇用労働力は、1日8時間、月間20日の常時雇用労働を想定したが、もし、調製作業のみにパートタイム労働が投入できるならば、この試算と同等の規模でネギ栽培を行っても、より多くの所得を得ることができる。また、同じ視点から、これらの調製機を用いた共同調製施設の運営も可能であると考えられる。その場合、技能の習熟がそれほど必要とされないSK-004型の方が運営上は有利である。

表2-9 調製方法別kg当たりコスト(単位:円)

雇用	慣行	SK-004	SK	半自動	半自動
			ワンマン	L	H
無し	365	342	312	327	302
有り	304	292	268	284	262

注) 労働の評価は家族、雇用の別なく一律1,689円/時で評価した。

なお、調製方法別のコストは表2-9に示したとおりであり、ネギ作付面積が大きいほど低コストになっていた。

3) SK-004型の課題

SK-004型をネギ作経営に導入することにより、規模拡大とコストダウンができることが認められた。雇用無しの慣行を基準にすれば、SK-004型の導入により28a規模拡大し、43万円所得を増やすことができ、さらに雇用3人と、借入畑約87aを投入することにより、107aの規模拡大と、242万円の所得増が可能であった。

しかし、規模拡大効果とコスト低減効果は、SK-004型、半自動L、SK-004型ワンマン、半自動Hの順に大きく、すでに、各地のネギ産地で半自動調製機が急速に普及し始めていることと、SK-004型との価格差が250万円程度あることを考え合わせると、SK-004型が現状のままで広く普及するとは考えにくい。半自動調製機では熟練を要する作業があり、疲労度もSK-004型よりは大きいと考えられるが、もともと、わが国の農家はこのような熟練を要する技能に長けており、さほど苦にしないようにも思われる。したがって、SK-004型が半自動調製機と競争力を持つためには、ワンマンオペレーションの実現が最も重要な課題である。図2-3から分かるように、SK-004型ワンマンは半自動Hとほぼ同等で、半自動Lよりは優れている。半自動調製機のメーカー担当者からの聴き取りによれば、平均的な能率は時間当たり800本程度であることから、半自動Hは非常に効率的な事例であり、半自動調製機利用経営の大半はこの能率を下回るであろうから、SK-004型の1人操作が実現できれば、多くの場合、半自動調製機利用の効率を上回ることができると考えられるからである。

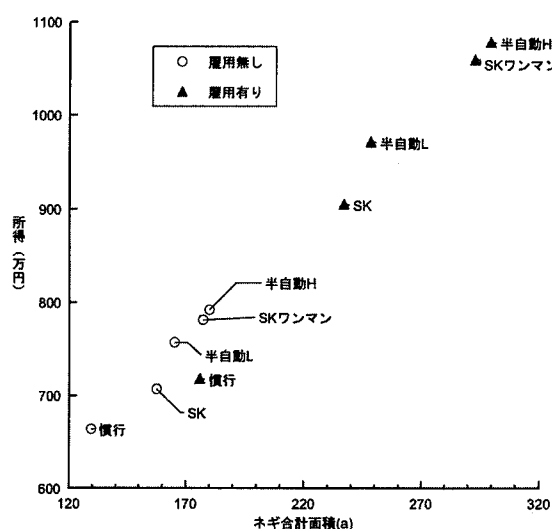


図2-3 調製方法別最適解のネギ合計面積と所得

第4節 まとめ

研究1の結果から明らかなように、防除機と収穫機を導入しても収穫調製労働がボトルネックになり、規模拡大効果は小さく、コストもkg当たり396円から364円と8%の低下にとどまった。そこで、雇用導入と借地をするとさらに規模拡大はできるが、追加的なコストの低下は1%にすぎなかった。

自動調製機を導入すると、最も効率的であった半自動Hでは、kg当たりコストは300円程度になり、収穫機も調製機も未導入の396円から比べれば25%のコストダウンが可能となる。さらに雇用を導入することによってkg当たりコスト260円程度、約34%のコストダウンが可能となり、農林水産省が戦略モデルで求める「卸売段階で4割のコストダウン」にかなり近づく。しかしな

がら、ネギ作の担い手である農家の多くは、家族労作的な経営であり、雇用労働力を積極的に導入して規模を拡大する動きはあまり見られない。したがって、雇用労働力が導入できる企業的な経営の育成を促す一方で、農協の集出荷施設に自動調製機を導入し、パートタイム労働力を利用して集中的に調製作業を行うなど、調製作業の外部化を図るシステムを確立するなどして個別経営の規模拡大を促す必要があると思われる。

本章を、「経営分析の役割」から評価すれば、ネギの低コスト化のためには調製作業の効率化が不可欠であるという分析結果は、規模拡大、低コスト化を目指す経営や産地にとって基本的問題の提示であり、自動調製機の効果検証はそれに対応する具体的改善策の効果提示であるといえる。また、条件ごとの最適解における作付計画は、経営の目標設定に対する参考情報となり得るものである。

第3章 切花球根養成技術の経営的評価

—サンダーソニアを対象として—

第1節 はじめに

千葉県の北総地域では1960年代半ばからスイカ、ニンジン等の生産が増加し、全国有数の産地となったが、1990年ごろからは、スイカの消費量減少に対応して野菜から花きに転換する経営が増加してきた。この地域でサンダーソニアの産地化が取り組まれるようになったのは1992年からであり、その当時、国内に産地らしい産地はなく、生産すれば必ず高値で販売することが可能であったため、1990年代後半からサンダーソニアの生産が急増した。

サンダーソニアの球根はほとんど国内生産されておらず、専らニュージーランドからの輸入に頼っており、しかもその単価は高く、多くの生産者は、生産開始当初に農協からの融資で球根を購入した。種苗費を節減するため、生産に供した球根に新たにできる球根^{注1)}（以下、切下球と呼ぶ）を掘り上げて、養成栽培を行い種苗費を低下させようとする経営も現れたが、養成栽培の良否によって経営成果の格差があり、近年のサンダーソニアの価格下落に伴い、球根購入時の負債の固定化が問題となる経営も出てきた。

球根性の花きでは、ユリ、スイセン、チューリップ、カラーなどの品目について球根養成栽培の研究が各地で行われているが、それらは専ら球根養成の技術的側面からとらえられ、経済的な面からとらえたものは見あたらない。そこで本章では球根養成の問題を経済的側面からとらえ、経営成果の格差を生み出すメカニズムと程度を明らかにし、具体的解決策に向けた技術的課題を提示する。このことは、序章で提示した「経営分析の役割」における「基本的問題の抽出・提示」そのものである。

注1) 本来は塊茎であるが、一般的に球根と呼称されるためこれに従う。また、新塊茎も現地では切下球と呼称されるためこれに従う。

第2節 データと分析の方法

1. 球根養成のパフォーマンス

球根養成を行う経営では、ある年度の球根養成の成否が翌年の球根購入数量を左右し、球根の単価が高いこと

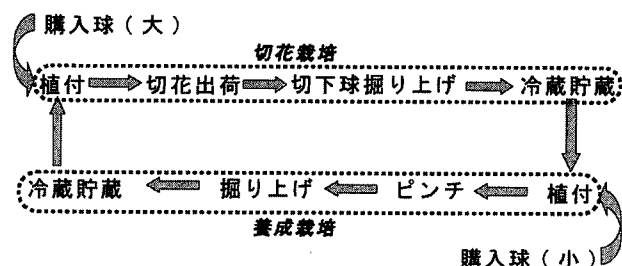


図3-1 経営内での球根の動き

から経営成果に相当の影響を与えると思われる。経営内の球根の動きを図3-1に示す。球根養成の成否は切花栽培後の切下球回収割合、養成栽培時の病害による廃棄割合、冷蔵保存時の腐敗発生割合でとらえられるであろうが、それらを数量的にとらえた資料は存在しない。

そこで、球根養成のパフォーマンスを測る尺度として、購入球根植付から養成栽培に供するまでの歩留りを「切下歩留り」、切下球植付から切花栽培に供するまでの歩留りを「養成歩留り」とし、その水準を変動させながら線形計画法を適用し、その結果を検討することで球根養成が経営全体に及ぼす影響をとらえるものとする。その場合、歩留りの水準によってその後の球根購入数量が変動することから、その関係を制約条件に組み込んだ上で複数年を一括して最適化する、いわゆる多段階線形計画法で行う必要がある。ここでは、サンダーソニア栽培に使用する施設が、主としてパイプハウスであることから、計算期間を10年とする。

分析に使用するデータ（技術係数）は、1996年から1998年にかけて、千葉県M町でサンダーソニア、キンギョソウを基幹品目とする経営で行った記帳調査の品目別、作型別データであり、施設面積、普通畑面積、労働力等の条件は調査経営のものとする。

2. モデル

生産プロセスはサンダーソニア切花栽培（S）、キンギョソウ（K）と養成栽培（Y）、球根購入プロセスは購入後すぐに生産に使用することのできる大型の球根（B）および一度養成しなければ使用できない小型の球根（M）の2種とする。ただし、 t は年度、 p_i はプロセス i の利益係数、 A_t は t 年次の畑面積、 H_t は t 年次のハウス面積、 L_t は t 年次の労働時間をそれぞれ表し、 c は切下歩留り係数、 d は養成歩留り係数とする。また δ は $t=1$ のとき0、 $t \neq 1$ のとき1である変数とすれば、 m 年間の最適経営

表 3-1：選択可能な生産プロセスと制約要素

品目	作型等	出荷時期（月旬）	
キンギョソウ	A	10上～10下	ハウス
〃	B	10下～3下	〃
サンダーソニア	抑制 A	10上～11上	〃
〃	抑制 B	1中～2下	〃
〃	抑制 C	11下～1上	〃
サンダーソニア	促成 A	4上～5中	〃
〃	促成 B	6上～7中	〃
〃	促成 C	6下～7下	〃
サンダーソニア	養成		露地畑
スイカ	中トンネル	6中	露地畑
ニンジン	秋冬	12上～3下	露地畑

 注 1) ハウス面積：1650 m² 露地畑面積：123a

2) 労働時間：100hr/旬/人×3人

計画は以下の線形計画問題に帰着する。なお、年度をまたがる制約条件は球根の数量だけとし、資金および市場利子率は考慮しないものとする。

$$\begin{aligned}
 \max \quad & z = \sum_{t=1}^m (p_{Bt}B_t + p_{Mt}M_t + p_{St}S_t \\
 & + p_{Yt}Y_t + p_{Kt}K_t) \\
 \text{s.t.} \quad & 0 \geq -B_t + S_t - d\delta Y_{t-1} \quad (\text{大型球数}) \\
 & 0 \geq -M_t - c\delta S_{t-1} + Y_t \quad (\text{小型球数}) \\
 & A_t \geq Y_t \quad (\text{畑面積}) \\
 & H_t \geq S_t + K_t \quad (\text{ハウス面積}) \\
 & L_t \geq \dots \text{省略} \dots \quad (\text{労働}) \\
 & 1 \geq c \geq 0, \quad 1 \geq d \geq 0 \\
 & B, M, S, Y, K \geq 0
 \end{aligned}$$

第3節 結果および考察

1. 選択可能なプロセス

選択可能な生産プロセスは調査農家の実態に基づき、キンギョソウ2作型、サンダーソニア6作型、サンダーソニア養成栽培、スイカおよびニンジンとした（表3-1）。

キンギョソウおよびスイカ、ニンジンのプロセスは年度ごとの変動等は考慮せず、それぞれ10年分を1プロセスにまとめた。また、サンダーソニアにおいても、切下歩留りおよび養成歩留りによる球根自給数量の増減以外の年次変動は考慮せず、技術係数は10年間同一として計算を行った。

2. 歩留りと所得

切下歩留り（前節モデルにおける c ）、養成歩留り（ d ）をそれぞれ0～1まで0.1ごとに变化させ線形計画法を

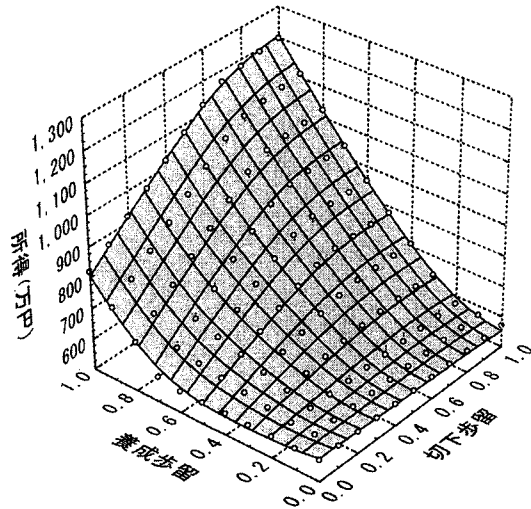


図 3-2 歩留りと農業所得

表 3-2 切下・養成歩留り各 0.7 の最適経営計画

	作型等	単位	1年目	2-10年目
球根購入	大型	100個	1,102.0	562.0
〃	小型	100個	771.4	0.0
サンダーソニア	A	m ²	0.0	0.0
〃	B	m ²	507.2	507.2
〃	C	m ²	945.0	945.0
〃	促成 A	m ²	183.7	183.7
〃	促成 B	m ²	713.5	713.5
〃	促成 C	m ²	0.0	0.0
〃	養成	a	15.4	15.4
スイカ	中型トンネル	a	15.8	15.8
ニンジン	秋冬	a	82.1	82.1
キンギョソウ	A	m ²	183.7	183.7
〃	B	m ²	14.2	14.2

適用した。歩留りはそれぞれ11のレベルがあるので、計算回数は11²=121回である。得られた結果から1年当たりの平均所得を求め、歩留りとの関連を見たのが図3-2である。グラフの白点は各計算点を示す。また、事例として各歩留り0.7の最適解を表3-2に示す。なお計算は、Excel上で歩留りを変化させながらXLPを呼び出すマクロを作成して行った。

養成歩留りと切下歩留りを比べると、養成歩留りの低下に伴う傾斜は切下歩留りのそれに比べて急で、養成技術が所得に及ぼす影響が大きいのを示している。養成歩留り、切下歩留りともに1の場合の1年当たり所得は1,198万円であるが、切下歩留りのみ0の場合は819万円、養成歩留りのみ0の場合は570万円である。養成歩留りが0.2以下ではすべての点で所得600万円を下回る。これは次のように解釈することができる。購入後すぐに使用することのできない小型の球根は50円/球と大型の球根103円/球に比べ半額以下である。したがって切下歩留りが低くても、養成歩留りが高ければ、安い

小型の球根を購入し養成すればよい。しかし養成歩留りが低い場合には、高価な大型の球根を多く買わざるを得ず、結果として経営のパフォーマンスを相当に下げてしまう。先に得た最適解（サンプル数 121）の所得（I）を従属変数に、切下歩留り（c）および養成歩留り（d）を独立変数にして重回帰分析を行うと次式のようになる¹²⁾。

（ただしカッコ内はt値）

$$I = 2,138,509 + 2,045,356c + 4,908,600d \quad \bar{R}^2 = 0.865$$

(14.4) (10.7) (25.6)

年当たり所得は切下歩留りと養成歩留りで9割近くが説明でき、しかも養成歩留りの微分量（0.1）の変化がもたらす年当たり所得の変動はおよそ 49 万円で、切下歩留りのその倍以上であり、「養成歩留りの限界価値生産力」が大きいためであることを示している。図3-3は、切下歩留りが0.7で、養成歩留りを0から1まで変化させたときの最適解における10年間のプロセス純収益合計を示している。正は各生産プロセス、負は球根購入プロセスおよび球根養成プロセスの変動費合計である。生産プロセスの純収益合計は19千万～21千万でそれほど差はないが、費用は養成歩留りが低くなると大幅に増加し、そのほとんどが大型球根の購入費用である。それは養成歩留りが1のときは4.2千万であるが、0のときは13千万と3倍以上にもなり、主な収益悪化要因であることが分かる。

では、養成歩留りがどのような経路で所得を悪化させるかを考えてみることにしよう。図3-4は、養成歩留りと各プロセスの稼働水準、所得の相関係数を、考えられる経路に沿って並べてみたものである。ここに掲げたすべての相関係数は1%水準で有意であった。養成歩留りが悪化すると「大（型）球根購入」を増加し、「小（型）球根購入」を抑制する。そして球根養成面積が減ること

でサンダーソニア A, B, 促成 B, C, キンギョソウ Bを増加させる。「大球根購入」と所得の間には強い負の相関（-0.9）が認められ、大型球の購入が所得を強く押し下げることが分かる。また、全体として養成歩留りは所得と正の強い相関（0.85）が認められた。したがって、本章の冒頭に述べた「養成栽培をうまく行っている経営と、そうでないもの間で経営成果の格差がある」というのは当然であり、サンダーソニアの切花価格の低落傾向が続けば、潜在的な問題経営は増加してゆくであろう。

3. 球根養成栽培技術と所得の向上

以上の分析から、所得水準が低位の経営では球根養成技術の向上と安定が重要であることが分かった。ところで所得水準が低位の経営が、所得向上のために現実的にとりうる手段は何であろうか。それは既述の「養成技術向上」とハウス増棟による規模拡大、雇用労働導入による土地や施設の利用効率向上であろう¹³⁾。ここでは仮に「切下歩留り0.7、養成歩留り0.5」¹⁴⁾の経営が「養成技術を向上させた場合」「ハウスを1棟増棟した場合」「雇用を1人導入した場合」について検討を加える。

「養成技術向上」はいかに養成歩留りを向上させるかであるが、養成歩留りを下げる理由は圃場での病害発生と球根冷蔵中の腐敗であり、現在のところ、そのメカニズムは解明されていない。しかし、これが解明され、防除体系の確立ができれば養成歩留りの大幅な向上が期待できる。そこで、ここでは、ハウス増棟および雇用導入の所得増加効果とそれに見合った養成歩留りの水準を求め、比較することで、現実的な改善方策を検討する。

ハウス増棟および雇用導入の効果を見るために、新たにハウス購入プロセスおよび雇用導入プロセスを導入する。ハウスは現状のハウスと同等のもの 160 万円/棟、雇用は1人当たり年間の雇用労働費 100 万円で正月・盆休みを除き各旬 53.3 時間の労働時間を供給できるも

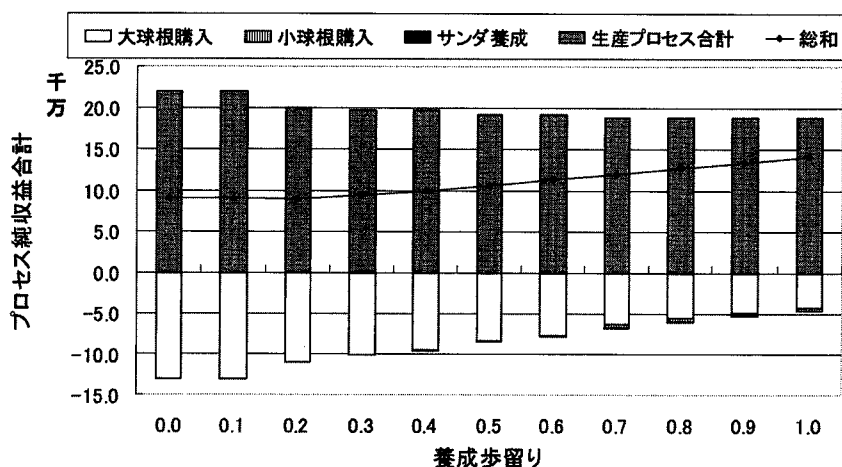
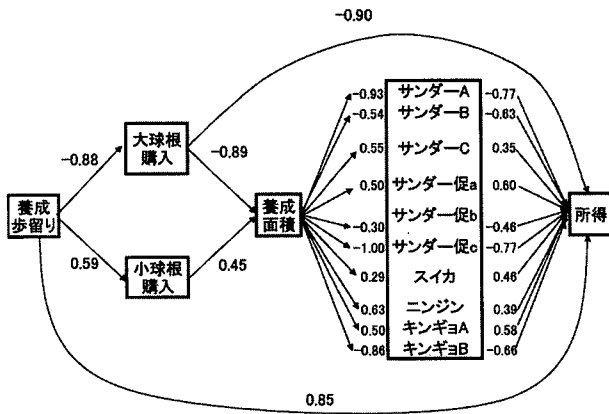


図3-3 養成歩留りとプロセス純収益合計の構成



注) 矢印に付した数値は、各変数間の相関係数である。

図3-4 養成歩留りが所得に影響を及ぼす経路

のと仮定した。

「ハウス増棟」では1棟の増棟がもたらす所得向上は年間11.8万円、「雇用導入」では1人の雇用がもたらす所得向上は年間125.5万円であった。したがって「ハウス増棟」の所得向上に対する効果は小さく、「雇用導入」のそれは大きい。

次に、養成歩留りがどの程度になると「雇用導入」と同等になるかを求めると、養成歩留り0.68でほぼ同等の所得が得られた。

ここで想定したような、技術水準が低い経営では、以下の理由から「雇用導入」よりも「養成技術向上」を優先して取り組むべきものと考えられる。第1に、養成歩留りが低い主な理由は圃場での病害発生と球根冷蔵中の腐敗であり、そのメカニズムが解明されれば、養成歩留りを0.68まで向上させることは、さほど困難ではないと考えられる点。第2に雇用導入は経営組織の変更が伴い、付随した諸労働も増加させるという点である。

したがって今後の研究および普及の展開方向としては、まず球根の自家養成技術を確立すること、次に雇用労働活用の支援、という優先順位になるだろう。そのためには、圃場における病害や保存中における腐敗の発生メカニズムを解明し、球根病害防除技術と球根保存技術を確立させ、安定した養成栽培技術を普及させることを第一に考えるべきである。

注2) 所得の説明変数としては歩留りのほかに各作物の作付面積、球根購入数量が考えられる。しかし、ここでは単に所得と歩留りの関係を見る目的で回帰分析を行ったため、切下歩留り(c)、養成歩留り(d)だけを説明変数とした。

注3) 球根養成技術の劣る経営は、これを一切行わず委託することによって改善を図ることも考えられる。しかし、現状では当産地以外に国内産地は見あたらず、サンダーソニア球根養成を受託する経営も存在しない。したがって、現状においてとりうる手段としては考えないこととした。

注4) ここで設定した水準は、切下歩留りについては千葉県農業総合研究センター栽培担当者の、養成歩留りについては調査農家の、いずれも感覚的に把握した数値に基づく。

第4節 まとめ

千葉県内ではサンダーソニア以外にもユリ（特にカサブランカ）などで切花栽培用球根養成技術の確立が普及課題として取りあげられている。これらの品目でも現地調査の上、技術係数を確定できれば、本章で示した方法を適用することによって球根養成技術の経営経済的評価を行うことが可能である。

花きは景気低迷のためと思われる長期的な価格低落傾向が続いている。ここで取りあげたサンダーソニアも、栽培に取り組んだ当初は高単価で販売が可能であったが、ここ数年はその水準が低下してきた。本章では球根養成以外の年次変動を排除して計算を行ったが、今後この手法を現地で生かすためには、販売単価が低下する条件の下でシミュレートする必要があると考える。

本章で行った球根養成技術の定量的評価は、従来、技術の経営的評価で弱かった基本的問題抽出そのものを行ったことにほかならない。また、安定した球根養成技術の確立が効果的な経営改善策であることを示し、技術研究側と普及指導側に研究のポイントを明示し、具体的改善策策定の取り組みを促した。

第4章 技術効率による酪農経営の診断

第1節 はじめに

従来行われてきた経営診断の主流をなしてきたものは直接比較法と標準比較法である。前者の比較の基準値は平均値であり、実際的で理解しやすいという長所がある一方で、平均値の持つ固有の欠点を内包していた。これに対し土壌区分図の利用による地域区分、問題設定に基づいた標本の選定、分散分析の援用などにより、改善が加えられていった（増田，1983）。後者においては、比較の基準値すなわち「標準」の意味に言及しない例が多かったが、増田（1983）は標準を「標識として高尚なものであって他の規範たりうるもの」と定義し、それを平均に標準偏差を加えたものとして計測し、指数法を採用して総合判定表を提示することにより標準比較法の改善を図った。また、生産関数分析、主成分分析法（森島，1978）、重回帰分析法（清水・梁，1993）などによる計量的な経営診断手法の精緻化が展開された。

これらの方法は、経営成果の理論的帰結を模索するものであり、経営の欠陥を指摘することが主眼に置かれている。一方で、「経営をいかに改善するか」という実践的要請に応え、技術的単位に立ち入った診断を行っている研究も多数ある。例えば、全農や中央畜産会、全中などは実践的なマニュアルも提示している。

酪農経営の技術情報を分析したものには（天間，1993）などがあるが、技術情報の経済的・技術的分析が中心で経営成果と技術情報相互の関係の分析を行っていない。

本章では、フロンティア生産関数によって経営の効率を計測し、これをもとに酪農経営の改善に役立つ実践的な診断方法を提示することが目的である。そのために、まず第3節において個別経営の経営成果指標としての技術効率と投入要素の配分効率の計測方法を述べ、第4節においてそれら効率指標の計測結果とその特徴を分析し、第5節では効率を規制する要因を分析する。そして、

第6節では産乳量、飼料畑面積、労働生産性などの諸指標と効率指標の関連を分析し、地域酪農・個別経営についての問題点と実践的な改善方策を検討する。また、乳牛個体の乳量・分娩間隔などの技術指標をもとに改善効果の試算を行う。

ここで提示しようとする診断方法は、序章で提示した「経営分析の役割」から見れば、生産フロンティアを明らかにすることで「目標設定に対する情報」を与え、効率の規制要因の分析により「基本的問題の抽出」を行い、技術指標等を用いて「具体的改善策の提示」が可能な分析法である。

第2節 データと経営の概要

本研究で使用したデータは、1991年に千葉県内で牛群検定事業に参加している酪農家の中から千葉県北部の31戸について調査を行って得たものと、それら農家の同年の検定成績である。調査したデータは、労働日数、飼養頭数、自給飼料作付面積、費目別収入および費用、調査時点での飼料給与状況、機械・施設の状況で、調査の方法は検定組合と、酪農協の協力を得て留め置き調査法により行った。

検定成績には家畜改良事業団で集計された1991年1～12月の経営別経産牛頭数、経産牛1頭当たり乳量、乳脂率、無脂乳固形分率、平均分娩間隔、平均乾乳日数と個体別の305日換算乳量、乳脂率、無脂乳固形分率、分娩間隔、乾乳日数などの技術データが含まれている。

経営の概要を表4-1に示す。ここで比較のために用いた千葉県平均値は1990年の農畜産物生産費調査対象農家の実態である。各指標の平均値の前後に標準偏差の幅をとると1頭当たり産乳量、乳代、購入飼料費以外は県平均値を含んでいる。したがって、対象経営は県平均と比べ産乳量水準が高く、購入飼料を多給している経営であることが分かる。

表4-1 調査経営概要

項目	1戸当たり平均			経産牛1頭当たり平均				
	就業者	飼料畑	経産牛	飼料畑	産乳量	乳脂率	乳代	購入飼料費
	人	a	頭	a	kg	%	円	円
千葉県	2.3	184.0	22.9	8.0	6,564.0	3.73	619,642	221,310
調査経営	2.4	133.2	30.0	4.2	7,580.6	3.74	745,025	430,886
標準偏差	0.7	193.2	8.4	5.1	687.5	0.14	117,143	70,827

注) 千葉県は「千葉県農林水産統計年報」による

第3節 フロンティア生産関数と経営効率

1. フロンティア生産関数

本節では酪農経営の経営成果を総合的に表す経営効率の計測方法を考察する。酪農経営の経営効率は技術効率と配分効率からなるが、これらの計測値は最も効率的な生産関数、すなわちフロンティア生産関数をもとにして計測される。

ところでフロンティア生産関数には決定論的接近と確率論的接近の2通りの接近方法がある¹¹⁾。前者は、フロンティアと観測値との残差をすべて技術効率に由来するとみなす方法である。「所与の投入量に対する実現可能な最大の生産量を示す」という生産関数の定義に忠実に従っているが、異常値をフロンティアと誤認しやすいという欠点を持っている。

他方、後者は残差を確率誤差項と技術効率の二つの成分に分けるという方法である。この方法は、異常値を誤差項によって吸収するが、観測値の残差を二つの成分に分けることが恣意的にならざるを得ず、個別の技術効率を推定することは困難であるという欠点を持つ。

本稿では、個別酪農経営の技術効率と配分効率を計測するため、モデルとして決定論的なフロンティア生産関数を採用するが、その欠点を克服するために、Timmer (1971) がいう Probabilistic な生産関数を計測する。Timmer の方法は、まず、すべての経営を含むデータセットに対して関数を計測し、得られたパラメータに基づいて技術効率を計算する。次に最も効率的な経営1戸を除外したデータセットに対して再度関数を計測する。その結果パラメータに大きな変化があればさらに1戸除外して計測する。この作業をパラメータが安定するまで繰り返すのである。

農業の技術効率に関する従来の実証的研究は、線形計画法により決定論的なフロンティア生産関数を求めるものが多かった¹²⁾。しかしながら、この方法には推定値の統計的検定を施せないことや決定係数などの客観的な判断基準が得られないという大きな問題点がある。そこで本稿ではフロンティア生産関数を、修正最小自乗法（以下 COLS とする）¹³⁾ を用いて推定する。

さて、酪農の生産関数は Cobb-Douglas 型とし、牛乳生産額を Y 、労働日数を L 、経産牛頭数を C 、購入飼料費を F 、経営を i で示すと、下記(1)式のように表される。

$$\ln Y_i = a + \alpha \ln L_i + \beta \ln C_i + \gamma \ln F_i - u_i \quad (1)$$

ただし、 a 、 α 、 β 、 γ は推定すべきパラメータ、 u は残差であり、 $\ln$ は自然対数を表す。

フロンティア生産関数は、COLS によればまず通常の最小自乗法により(1)式の回帰係数を求め、次にその関数を最大の残差が0になるまで上方にシフトさせて定数項を確定するのである。推計したフロンティア生産関数は、 $A = \exp(a)$ とすれば下記(2)式のように表すことができる。

$$Y^* = AL^\alpha C^\beta F^\gamma \quad (2)$$

上記の Y^* は、投入量 L 、 C 、 F によって実現できる最大生産額である。

2. 技術効率

(1)式の経営 i の生産関数は、(2)式のフロンティアからの残差を u_i とすると、(3)式のように表すことができる。

$$\begin{aligned} Y_i &= AL_i^\alpha C_i^\beta F_i^\gamma e^{-u_i} \\ &= Y_i^* e^{-u_i} \quad \text{ただし } u_i \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

個別経営 i の技術効率 T_i は Timmer (1971) の定義に従い、(4)式のようにその投入水準から実現できる最高の牛乳生産額 Y_i^* に対する実現値 Y_i の比率で表される。

$$T_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = e^{-u_i} \quad (4)$$

個別経営 i は $u_i=0$ のとき、フロンティアに位置し $T_i=1$ となる。また u_i が大きいほど経営はフロンティアの下方に位置し、 T_i が0に近づく。 T_i は、1と0の間の値をとるから、その値をもとにして経営における技術効率性が判定可能である。

3. 配分効率

個別経営の配分効率は、技術効率と牛乳および購入物財の生産者価格のもとで、実現可能な最大純収益に対する純収益実現値の比率として表すことができる。ここでの純収益は、酪農粗収益から購入物財と資本利子を控除した残余であり、土地と労働力に帰属する収益をいう。酪農経営では、土地と労働力は固定的であるから、短・中期的には物財（乳牛、機械施設を含む）の投入を変化して、上記の土地・労働力純収益の最大化を追求するとみるのである。

上で規定した個別経営の配分効率は、Kalirajan and Shand (1992) に依拠し、下記の(5)式で表すことが

できる。

$$A_i = \frac{Y_i(\bar{L}_i, \bar{C}_i, \bar{F}_i)e^{-u_i} - (P_C\bar{C}_i + P_F\bar{F}_i)}{Y_i(\bar{L}_i, C_i^*, F_i^*)e^{-u_i} - (P_C C_i^* + P_F F_i^*)} \quad (5)$$

(5)式の L_i , C_i , F_i はそれぞれ経営 i の労働・乳牛頭数・購入飼料費の実現値, P_C , P_F は後二者の取得価格, C_i^* , F_i^* は最適投入量である。ここで P_C は乳牛1頭当たりの償却費, 機械施設費, 種付け料, 光熱動力費, 獣医薬品費と同固定資本利子の和とした。なお固定資本利子は, 乳牛と機械施設の年度始価額に借入資本利子率6%を乗じて算出した。また P_F は, 購入飼料投下資本の回収が早いために資本利子を見捨て, 1とした。 C_i^* , F_i^* は, (3)式から算出される乳牛と購入飼料費の限界価値生産物が, それぞれの取得価格に等しくなる投入量として求められる^(注4)。

個別経営 i は, $C_i = C_i^*$, $F_i = F_i^*$ の時に投入配分が最も効率的となり, そのとき(5)式から明らかなように $A_i = 1$ である。また C_i , F_i が C_i^* , F_i^* から離れるほど投入配分は非効率的であり, A_i は0に近づく。 A_i は, 1と0の値を取るから, その値をもとにして投入配分の効率性が判断できる。

ところで経営の配分効率は, 物財投入が最適投入量に比べて過剰でも過少でも1より小さい値を示し, そのいずれかを判別することはできない。そこでこれを判別するために, 価格効率を算出する。乳牛関連物財費と購入飼料費の価格効率はそれぞれの取得価格に対する限界価値生産物の比率として表される。これらの投入の価格効率はいずれも1に等しいときに最も効率的であり, 1よりも小さければ投入過剰, 1よりも大きければ投入過少と判定される。

注1) Førsund *et al.* (1980) 参照。Førsund らは決定論的フロンティアをさらに non-parametric frontier, parametric frontier, statistical frontier に分類し, 計測の方法について過去の文献の整理・検討を行っている。

注2) 線形計画法でフロンティア関数を計測し実証分析

を行ったものには Timmer (1971), 清水 (1974), 金 (1985), 高橋 (1991) 等の研究がある。

注3) Førsund *et al.* (前掲論文) 参照。実証分析を行ったものとして Russell and Young (1983) の研究がある。

注4) C_i^* , F_i^* は, 下記の連立方程式を C_i , F_i について解くことにより求められる。

$$\frac{\partial Y_i}{\partial C_i} = \beta A_i \bar{L}_i^\alpha C_i^{\beta-1} F_i^\gamma e^{-u_i} = P_C$$

$$\frac{\partial Y_i}{\partial F_i} = \gamma A_i \bar{L}_i^\alpha C_i^\beta F_i^{\gamma-1} e^{-u_i} = P_F$$

第4節 計測結果

1. フロンティア生産関数

酪農経営のフロンティアは, 前節で述べたように Cobb-Douglas 型とし, 安定的パラメータを求めるために, 効率的経営を順次1戸ずつ除外した生産関数を計測した。その計測結果は表4-2のとおりである。同表のダミー変数 D は労働生産性が著しく低い経営(労働1日当たり2万円未満)を表す。

表4-2によれば生産関数のすべてのパラメータは効率経営2戸を除外すると安定する。したがって, 除外した2戸の経営は, 以下では異常効率経営と呼ぶ。異常効率経営2戸を除外した29戸をサンプルとした生産関数の計測結果は, 下記のとおりである^(注5)。

$$Y = 4.185 + 0.3757L + 0.2731C + 0.5692F - 0.2585D \quad (6)$$

(2.373) (4.098) (1.864)
(4.664) (-4.381)

$$R^2 = 0.9285$$

決定係数は0.93と高く, 回帰係数は乳牛(C)が10%水準, 他はすべて1%水準で有意である。また, 回帰係数の和は1.218であり, 5%水準で1と有意差がある。したがって酪農経営では規模の経済が存在するとみることができる。

フロンティア生産関数 Y^* は(6)式の定数項に最大の

表4-2 生産関数計測の削除戸数とパラメータの変化

削除戸数	定数項	労働	乳牛	飼料	D	R^2
0	7.2951	0.2203	0.4834	0.4000	-0.2448	0.8893
1	5.4724	0.3712	0.3864	0.4695	-0.2720	0.9178
2	4.1845	0.3757	0.2731	0.5692	-0.2585	0.9285
3	4.2529	0.3761	0.2973	0.5594	-0.2468	0.9403

残差 0.1931 を加えて、下記のように求められる。

$$Y^* = 79.65 L^{0.3757} C^{0.2731} F^{0.5692} \quad (7)$$

2. 効率指標の分布

(7)式をもとにして計測した技術効率と配分効率の分布は表4-3に示した。技術効率は、異常効率経営を除くと 0.59 - 1.00 の間に平均 0.79 を中心として正規分布状に幅広く分布する。異常効率経営の2戸の技術効率は 1.222 と 1.032 であり、その特徴を見てみると前者は、労働生産性が飛び抜けて高く、労働1日当たり乳代が5万円(平均2.9万円)を越えている。これは、少ない労働力で(常時1人)30頭近くの乳牛を飼養しているためである。後者は購入飼料の生産性が第1位で 2.56(平均1.75)であり、他の経営に比べかなり高水準である。その理由は自給飼料面積が大きい上に、稲わら収集面積が大きく、購入飼料の適正投下度を高めているためである。

一方、配分効率の分布はほとんどが1の近傍に集中し、4戸だけがかけ離れて低水準である。これらの4戸は、いずれも乳牛の価格効率については1に近いが、購入飼料の価格効率は、0.77, 0.78, 0.78, 0.79と1よりもかなり小さい。したがってこれらの経営では購入飼料が過剰に投入されておりそれが配分効率を悪くしている主因である。

上記の4戸以外の配分効率はすべて0.8以上である。配分効率が0.8の経営は、これを最善の1.0まで改善すると純収益は1.25倍(1/0.8)となるから、純収益向上の余地は25%にとどまる。配分効率は、前掲表4-3によれば、上述の4戸を除く全経営の87%が0.8以上であるから大部分の経営で純収益改善の余地は小さい。

これに対して、技術効率0.8の経営は投入要素不変のまま、これを最善の1.0まで改善すると、牛乳生産額を25%向上させることができる。この生産額の向上は、調査経営の純収益率平均値21%をもとにすると、純収益の119%向上をもたらす。技術効率が0.8未満の経営は、全経営の48%に達するから、半数に近い経営が技術効率の向上によって純収益を著しく高めることができる。なお、純収益が技術効率改善によって25%以上向

上する経営は、技術効率0.95未満の経営であり全経営の87%に達する。

以上から明らかなようにここでの酪農経営の大部分は配分効率の向上によって純収益を改善できる余地が小さく、乳牛と購入飼料の投入では、各々の価格と乳価に対応して、ほぼ適正に調整している。しかし技術効率の向上によって純収益が大きく改善される経営は多く、それらの経営では各投入要素と牛乳の技術関係が不適正である。したがって第5節において、技術効率の差異が生じる経営的要因を分析する。

3. 技術効率の階層性

技術効率は、前述のとおり経営間格差が大きい。そこで技術効率を経産牛飼養頭数規模別に表すと表4-4のようになる。頭数規模が大きいほどその水準は高く、経産牛20頭未満層では非常に低くなっていることが分かる。また標準偏差は中規模層で一番大きく、続いて大規模層、小規模層の順になっており、大規模層と小規模層の平均値間には10%水準で有意差が認められた。したがって、中規模層には技術効率の高い経営と低い経営が混在するが、大規模層には比較的高い経営が、小規模層には低い経営が存在しているといえる。

この結果は以下のようにとらえることができる。個別経営は常に技術効率改善の方向を目指して規模拡大を進めるはずである。実際、酪農経営は飼養頭数規模を拡大し続けてきた。しかし、技術効率はいうまでもなく経営者の管理能力によって規制を受ける^{注5)}。飼養頭数の拡大は、個別の生産枠もあり常に自由であるとはいえないが、経営者の管理能力の高いものがより多頭数の飼育をするようになり、30頭あるいは40頭以上層に到達できるものは管理能力の高いものに限定されている。したがって技術効率も高くその分散も比較的小さい。それ以下の20-30頭層では経営間の管理能力の差が出るため、分散が大きくなり、さらに規模の小さな20頭未満層にとどまっている経営は、おしなべて管理能力が低いのである。

注5) 経産牛頭数(C)と購入飼料費(F)には高い相関($r=0.87$)が認められ、多重共線性の存在が疑われた。

表4-3 効率指標の分布 (%)

効率階層	技術効率	配分効率
0.6未満	3.2	3.2
0.6-0.8	45.2	9.7
0.8-1.0	45.2	87.1
1.0-1.2	3.2	
1.2以上	3.2	

表4-4 技術効率の階層性

頭数規模	技術効率	標準偏差	戸数(戸)
平均	0.811	0.134	31
30頭以上	0.835	0.117	13
20-30頭	0.812	0.145	15
20頭未満	0.698	0.084	3

多重共線性の存在を判定する方法として VIF (分散拡大要因) があり、これが 10 を超えると多重共線性が存在すると判定される。経産牛頭数の VIF は 4.82、購入飼料費は 4.69 であったため、深刻な多重共線性はないと判断し、両変数とも生産関数に採用した。

注6) 技術効率は管理能力のほかに、他の作目との複合化の程度によっても規制を受けると考えられる。調査経営には稲作との複合が見られるが、そのすべてが自家消費米を自給する程度の零細な稲作であるので、技術効率の規制要因としては無視し得るものであり、主として管理能力によって規制を受けるとみてよい。

第5節 技術効率の規制要因

一般に酪農経営の成果は規模や要素結合などの経営組織と飼養管理などの経常管理に影響を受ける。そこで、これらを表す指標を説明変数とし、技術効率 (T_i) を被説明変数とした重回帰式を計測し技術効率の規制要因について考察を加える。

まず、経営組織では経産牛常時飼養頭数 (X_1)、1頭当たり労働日数 (X_2)、1頭当たり機械施設費 (X_3)、そして乳牛の質を表す変数として登録牛割合 (X_4) を取りあげる。

技術効率には経産牛飼養頭数規模によって、大規模である方がその水準が高いという階層性が見られた。したがってこの変数は技術効率水準に対して正の効果を持つと考えられる。1頭当たり労働日数は、これが小さいほど労働生産性の向上につながるので技術効率に対しては負の効果を持つ。1頭当たり機械施設費は、ある程度まではこれが多いほど労働力が節減でき効率的な飼養管理を行い得ると考えられ、技術効率に対しては正の効果が期待できる。登録牛割合は、一般に登録牛の方が未登録牛よりも能力が高いと考えられるから、技術効率に対して正の効果を持つはずである。

経常管理では経産牛1頭当たり乳量 (X_5)、平均分娩間隔 (X_6)、経産牛1頭当たり購入飼料費 (X_7)、経産牛1頭当たり自給飼料作付面積 (X_8) を取りあげる。1頭当たり乳量水準は、飼養管理のパフォーマンスを表す指標のひとつであり、その水準が高いほど効率的であるので、正の効果を持つ。平均分娩間隔はこれが長いほど繁殖の効率が悪くなり、経産牛1頭当たりの乳量水準を低下させる。また、分娩間隔が長くなる要因として疾病等が考え

られる。どちらにしろ技術効率には負の効果を持つ。自給飼料作付面積は、これが多いほど購入粗飼料を節減でき、長期間にわたり安定した品質のサイレージ・乾草等を給与できれば乳牛にとって生理状態を安定的に保てると考えられるから技術効率に対しては正の効果を持つ。

1頭当たり購入飼料費は一定の程度を越えてこれが高ければ負の効果をもたらすと考えられる。

計測した重回帰式は以下のとおりである。ただし、サンプル数は 29、カッコ内は t 値。

$$T_i = -0.237X_1 - 0.535X_2^{**} - 0.032X_3 - 0.107X_4 \quad (8) \\ (-1.312) \quad (-3.038) \quad (-0.216) \quad (-0.710) \\ + 0.442X_5^{**} - 0.095X_6 - 0.099X_7 + 0.441X_8^{**} \\ (2.927) \quad (-0.631) \quad (-0.643) \quad (3.137) \\ R^2 = 0.6776$$

ただし**は1%水準で有意であることを示し、回帰係数はすべて標準化回帰係数 (β 係数) であるので、係数の大きさは技術効率への各変数の寄与の程度を表す。

決定係数は 0.68 でありこれら 8 変数で説明されない部分が 30 % 程度あることを表している。

ここに取りあげた変数相互の相関係数を見たところ、ほとんど強い相関は存在しなかったが、経産牛飼養頭数と1頭当たり労働日数の間にやや強い負の相関 (-0.62) が認められた。そこで、回帰式計測の際、共線性診断を行ったが特に問題は発見されなかった^{注7)}。

回帰係数最大の変数は、1頭当たり労働日数であり、次が1頭当たり乳量、1頭当たり自給飼料作付面積と続き、これら3変数は1%水準で有意である。これら以外の変数は有意でなく β 係数の大きさを見てもかなり小さくなり、説明力が非常に小さくなる。したがって、この3変数が技術効率を強く規制しており、全体的な経営改善の方向としては、これらの指標の改善が大切である。

すなわち飼養規模拡大によって1頭当たり労働日数を減少させ、飼料給与技術などの飼養管理の改善によって1頭当たり産乳量の増大を図り、1頭当たり飼料作付面積を増加させれば、技術効率が向上するのは確実である。

注7) D. A. Belsley らの方法 (Johnston, 1984) による。

第6節 酪農経営の診断

1. 飼養頭数規模と経営改善の方向

前述のとおり技術効率には階層性が認められたが、技術効率上位農家と下位農家ではどのような経営上の特徴

表 4-5 技術効率上位と下位の比較

項目	単位	30 頭以上		30 頭未満	
		上位	下位	上位	下位
技術効率		0.9340	0.6985	0.8847	0.6300
経産牛	頭	37.1	37.5	24.5	23.0
労働	延べ日	898.8	903.0	730.0	993.0
飼料畑	a/頭	10.75	0.00	4.77	1.17
購入飼料	円/頭	471,681.9	461,393.0	404,096.9	377,946.7
産乳量	kg/頭	8495.3	7596.5	7743.8	6861.8
登録割合	%	55.5	29.9	32.8	32.0
乳飼比	%	51.66	69.19	51.42	62.42
分娩間隔	日	409.0	406.8	435.5	417.0
乳脂率	%	3.74	3.68	3.76	3.74
無脂固形	%	8.71	8.56	8.47	8.64
労働生産性	円/日	38,218.2	30,295.8	26,656.6	13,975.8
資本集約度	1 頭当	70,985.7	34,519.7	35,062.9	41,627.2
労働集約度	〃	24.8	25.3	29.9	43.1

があるのだろうか。ここでは経産牛飼養頭数規模を 30 頭以上層と未満層に分けて、技術効率改善の階層間の違いを明らかにする。その際、実践的な観点から、経営指標の分析と同時に技術指標の分析を重視する必要がある。

表 4-5 は各階層の技術効率上位 4 戸と下位 4 戸の各指標の平均値である。両階層に共通していえることはまず、産乳量水準にかなり差があることである。大規模層の方が乳量水準は高いが、両階層とも上位と下位の間で 900kg もの開きがある。次に 1 頭当たり飼料畑面積である。大規模層では上位が約 11a、下位が 0 a と極端な差が見られ、小規模層ではそれぞれ 5 a と 1 a であった。また、乳飼比は上位に比べて下位はかなり悪いことが分かる。

次に、各層で特徴的な指標を取りあげる。技術効率上位と下位ではすべての生産性指標に差があるのだが、小規模層においては労働生産性におよそ 2 倍の開きがありこれが特徴となっている。産乳量水準は規模に関係なく差があったが、乳牛の質を示す登録牛の割合は大規模層においてのみ、かなりの差があった。したがって、大規模層の技術効率上位経営においては良質の乳牛が比較的多いと推察することができる。また、集約度の点では 30 頭以上層の資本集約度に差が見られるが、これは技術効率上位経営にサイロや飼料生産アタッチメントなどの固定資本額が多いためである。

ここで頭数規模別に改善の方向を整理すれば、30 頭以上層では、まず飼養技術改善・牛群改良による個体乳量の向上で、次に 1 頭当たり自給飼料畑の確保である。改善に要する時間を考慮すれば、短期的には飼料給与など飼養管理技術改善、中期的には飼料畑やサイロなどの

確保、長期的には牛群改良ということになるだろう。30 頭未満層では、まず飼養規模拡大による 1 頭当たり労働力の減少が最も重要で、続いて飼料畑の確保、産乳量の向上ということになるが、時間的な問題を考慮すれば、短期的には飼養管理技術改善、中期的には飼料自給率の向上、長期的には飼養規模拡大と牛群改良であろう。

ここで示した方向で経営改善を行えば、技術効率は向上させることができる。一方、配分効率はほとんどの経営で問題がなかったが、その水準が低い経営では産乳量向上や飼料の過剰投入を抑えることによって飼料生産性が改善され、配分効率も向上するはずである。

2. 個別経営の診断

ここからは、分析の対象とした経営の中で最も技術効率の悪い経営を例に個別経営の分析を行う。この経営の技術効率は 0.59 で、実現乳代は、14,466 千円、実現可能な最大の乳代は 24,415 千円であり、その差は実に 1,000 万円にも及ぶ。一方、配分効率は 0.88 で資源配分が特に悪いわけではない。

前述の「技術効率の規制要因」の結果から考えて、この経営はおそらく労働生産性、乳量水準、飼料畑などの面から問題があるであろうことは想像がつく。ここでは、事例経営の経営・技術指標と乳牛個体の技術指標から問題を抽出し改善効果を提示する。

まず、経営(牛群)全体に対する評価を集団の平均値と標準偏差(σ)とともに示す(表 4-6)。表からこの経営は、労働・飼料・乳牛の生産性すべてが(平均- σ)の前後であり、かなり低い水準であることが分かる。検定成績も経産牛 1 頭当たり産乳量の低さがこれを裏付けている。表には入っていないが 1 頭当たり飼料畑面積も

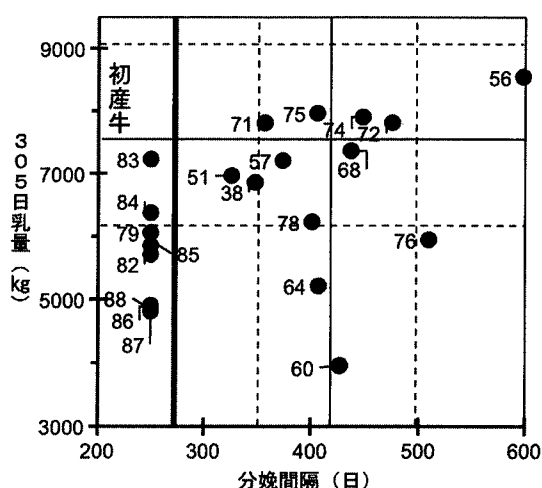
表4-6 技術効率下位経営の経営成果と技術指標

項 目	実現値	平均	標準偏差
純収益 千円	2,054.8 -	4,827.3	3,663.1
同/経産1頭 //	90.5 -	159.3	105.4
経産牛頭数 頭	22.7 -	24.0	3.3
総労働日数 日	1,030.0 ++	812.7	199.5
作付面積 a	60.0 -	88.2	96.1
乳量/経産 kg	7,054.0 -	7,401.2	583.3
乳脂率 %	3.67 -	3.75	0.13
SNF %	8.68 +	8.59	0.10
蛋白質率 %	3.13 +	3.10	0.09
平均産次 産	3.0 +	2.7	0.5
分娩間隔 日	422.0 -	434.2	52.6
空胎日数 //	140.0 -	157.4	41.7
初回授精日 //	100.0 -	108.2	41.8
授精回数 回	1.70 -	1.99	0.41
乳代/労働1日 千円/日	14.0 --	22.4	7.0
乳代/飼料 円/円	1.45 --	1.73	0.22
乳代/1頭 千円/頭	637.3 -	719.3	111.2

改 善 効 果			
	乳代 (円)	純収益 (円)	技術効率
現状	14,465,633	2,054,785	0.5925
乳量改善後	15,912,196	3,501,348	0.6517
問題牛淘汰後	15,105,560	2,694,712	0.6187

注) 実現値に付した記号: - 平均を下回る, -- 平均-σを下回る

+ 平均を上回る, ++ 平均+σを上回る



注) 乳牛個体を表す番号は、牛群検定で管理される経営内の個体識別番号である

図4-1 個体別成績

平均以下である。また、その他の面では乳脂率がやや低いものの繁殖関係等の成績は決して悪くないことを示している。

次に、乳牛個体に対する評価を図4-1のグラフに示す。これらは対象経営全体で飼養している乳牛1,184頭の牛群検定データから得たものである。

このグラフは縦軸に305日の換算乳量、横軸に前産次からの分娩間隔をとり、個体ごとにプロットしたもの

である。目盛りには平均値（実線）と（平均±σ）（破線）をとってあるので、高能力牛・低能力牛、異常牛などが発見しやすくなっている。また、分娩間隔のデータがない初産牛は左端にプロットした。

これを見ると、305日換算乳量でほとんどの牛が平均を下回っている。上回っているのは5頭だけである。事例経営の飼養している21頭のうち16頭が平均を下回り、また3分の1が（平均-σ）を下回っている。これはかなり低い乳量水準であるといえる。一方で、分娩間隔は（平均+σ）を越える非常に長いものが2頭いるが、それ以外の乳牛には特に問題がない。

ここでは紙面の制約からひとつのグラフだけを示したが、ほかに乳質のグラフも作成した。乳質では乳脂率、無脂乳固形分率ともに特に問題はなくほとんどが（平均±σ）の中におさまっている。ただ両方とも極端に悪い個体が一頭だけ存在する。

ここから考えられる改善方策は

①短期的には飼料の管理、特に分娩前後の飼料給与のチェックをし、全体的に乳量レベルを引き上げる方策の検討をする。

②中期的には乳量レベルの非常に低い牛、分娩間隔が極端に長い牛の淘汰を検討する。

③長期的には乳量の改善に主眼を置いた牛群改良計画（交配プログラム）を立てる。規模拡大^{※8)}を検討する。

表 4-7 養分充足率

乳量水準	粗蛋白	TDN	カルシウム	リン	粗繊維	ADF
45kg	91.7	101.8	113.9	115.8	104.1	99.5
30kg	114.2	119.9	141.6	135.0	111.2	107.1
25kg	111.0	114.4	139.7	123.1	120.6	116.7
20kg	125.8	124.3	157.2	133.4	124.1	120.5
15kg	138.2	129.4	173.2	134.8	132.9	129.0
10kg	172.2	146.7	209.8	153.5	138.2	134.3

注) ADF:酸性デタージェント繊維

などが挙げられよう。

牛群の産乳量レベルが低い理由は、第1に飼料給与の欠陥が疑われる。そこで事例経営の乳期別(乳量水準別)の NRC 飼養標準に対する養分充足率を見たのが表 4-7 である。ここから泌乳最盛期には粗蛋白が不足し、乳量が低下するにしたがってそのレベルが過剰になることが分かる。TDN、カルシウム、リンにも同様の傾向が見られ、これがこの経営の飼料給与の特徴となっている。乳量 10kg のステージで TDN147%、粗蛋白 172%、カルシウム 210%は明らかに過剰で、過肥をもたらし繁殖障害や乳熱・ケトージスなどの代謝障害を起こす危険性がある。たとえ目に見える障害を起こさなくても、分娩後に肝臓への負担が大きくなり乳量などにも悪影響を及ぼすはずである。なお、粗繊維と酸性デタージェント繊維(ADF)は繊維の指標であり基準を越えていれば特に問題のないものである。

さて、次に飼料給与の改善により乳量水準が向上した場合の改善効果を試算してみる。ここでは全体の乳量が 10 %改善されたと仮定する。このとき経産牛 1 頭当たり乳量は 7,760kg ほどになるが、これはすべての農家の平均を 100kg ほど上回った乳量であり、技術的に十分期待できる乳量水準である^{注9)}。投入財の量、価格条件、生産物の価格が不変なものとするれば、改善効果は表 4-6 の下段のようになる。配分効率は 0.95 に改善され、純収益は 1.7 倍となる。乳牛および飼料の投入量不変のまま生産量を 1.1 倍にすることができれば、非常に大きな改善効果が期待できることが分かる。

次に、乳量・分娩間隔から見て問題のある牛を淘汰して平均的な産乳量の牛でおきかえた場合を想定してみる。図 4-1 から、まず問題牛として摘出できるのは 76 番であろう。この牛は乳量・分娩間隔のどちらをとっても(これらの指標が正規分布に従えば)悪い方から約 15.9%に入る個体であるからである。次に乳量の(平均 - σ)以下の 2 頭(60 番, 64 番)は淘汰の対象となるだろう。56 番牛は分娩間隔が極端に長い乳量水準は牛群内では最高である。これを淘汰して平均的乳量水準の

乳牛でおきかえると、少なくとも 900 kg の乳量減になるのでここでは淘汰の対象としない。

このほかに乳量水準の低い初産牛も存在するが、乳牛は一般に産次数を重ねるほど乳量が高まる傾向があり、資産としての現在価額も高いのでここでは淘汰対象とは考えないことにする。

この 3 頭、つまり 60, 64, 76 番牛を平均的な乳量の乳牛とおきかえた場合、乳量は 7,000kg ほど増加する。その結果は表 4-6 の下段のようになる。乳代は 1.04 倍になりその結果、純収益は 1.31 倍となる。

さて、以上試算したように飼料プログラムの改善による効果も、乳牛の入れ替えによる効果も期待できるものである。事例農家の乳量の低さは飼料プログラムに問題があるので、まず飼料の改善を進め、その後問題牛の淘汰を考えるべきである。

注 8) 生乳は、指定生産者団体による計画生産を行っており、各地域に生産数量を配分している。そのため、規模拡大は必ずしも自由ではない。しかし、規模縮小者、廃業者の生産枠を地域内で調整することによって、規模拡大はかなりの程度可能である。

注 9) 前之園ら(1983)によれば、飼料給与形態をコンブリート・フィードに移行した際に、分娩後 105 日の乳量が前産次に比べ 39 %増加(8 頭平均)している。産次の伸びに伴う乳量増を 10 ~ 15 %としても 24 ~ 29 %の乳量増である。飼料給与改善による 305 日乳量の 10 %増は十分可能であると思われる、これを飼養管理技術改善での現実的な技術的期待値とした。

第 7 節 まとめ

フロンティア生産関数をもとに、技術効率・配分効率を算出することで対象経営全体の特徴を描き出すことができた。経営の効率性を規制する要因や、技術効率と飼

養規模との関連、技術効率上位農家と下位農家の経営上の特徴を明らかにし、対象酪農経営全体としての改善課題を明らかにした。

個別経営の診断では、技術効率により集団の中での相対的な位置づけをすることができるようになった。また、個体の指標をグラフ化して各指標の集団の中での位置を分かりやすく示すことによって、問題となる個体を発見し対応策を立てる手掛かりを与えることができるようになり、経営個別の効率の良否の源泉を探索する際に役立てることが可能である。

酪農では、経営がある程度まとまった集団として存在し、単一経営が多いために経営成果に関するデータは比

較的取得しやすい。また、本事例のような牛群検定を実施している集団では、技術的データが豊富に存在するにもかかわらずそのデータを十分生かしていないことが多い。このような集団に対しては、フロンティア生産関数に基づく農業経営分析により、経営の当面の目標に対して情報を与え、問題の摘出を行い、極めて具体的な改善策の提示が可能である。

この方法は酪農経営だけでなく、他の畜産経営などでも適用できる可能性は高いと思われる。したがって、今後は、この方法を異なる畜種への適用を検討することが課題である。

第5章 経営効率分析法DEAによる花き農家の経営診断

第1節 はじめに

農業現場における経営診断は畜産や稲作を中心に、主として普及指導センターや農業団体などによって行われてきたが^{注1)}、園芸部門ではあまり定着していないように思われる。その理由は、これまでの園芸生産では新品种・新品目の導入、新たな栽培法の導入などの「新技術の限界生産力」が高かったこと、経営試算による改善額をはるかに上回る価格の高騰・下落などで、極端にいえば園芸には経営診断の有効性が限られ、必要がなかったからと考えられる。

しかし近年、野菜や花きに見られる中長期的価格下落など園芸経営を取り巻く環境は厳しさを増し、経営診断の重要性は増大している。一方、診断主体である普及指導センターの業務は、本来であれば対象経営群の経営問題を分析・把握し、技術問題を抽出・課題化するというのが筋であろうが、先に述べたような事情から、専ら技術普及に特化してきたきらいがある。そこで本章では、現在までの経営診断手法の開発と普及現場における状況を概観し、いかにして園芸経営を対象とした経営診断を普及させるかについて考察する。そのために、まず次節においてこれまで行われた経営診断の研究と現場における取り組みを概観し有効性のある経営診断についての考察を行う。そして、第3節において DEA に基づく二つの花き経営の診断事例をもとに、園芸経営における経営診断のあり方について検討し、明確な評価基準を持ち、具体的改善策提示が可能な経営診断法を提示する。

ここで提示しようとする診断方法は、序章で提示した「経営分析の役割」から見ると、前章の酪農経営の診断同様、生産フロンティアを明らかにすることで「目標設定に対する情報」を与え、効率的経営と非効率的経営の特徴を検討することで「基本的問題の抽出」を行い、技術指標や市場出荷記録、作業記録等を用いて「具体的改善策の提示」が可能な分析法である。

注1) 現場における経営診断の実態についてまとめられた文献は少ないが、畜産に関しては山本(2006)が普及活動における経営診断の行われ方をよく説明している。その際、使われる診断の視点は山本(2006)が示した「技術目標」に近いと思われる。また、土地利用型農業では梅本(1999)が、土地利用型農業

において、指標による経営診断の適用に関する研究・開発が進みつつある事例を示している。

第2節 経営診断の到達点

1. これまでに開発された経営診断手法

まず、これまでの経営診断の研究成果を見ていく。増田(1983)は、1980年ごろまでのわが国における経営診断研究の展開を「理論的展開」、「指標分析と財務分析」の諸手法、「現実への適用と研究」に分けて整理を行い、手法面では、直接比較法、標準比較法、自己比較法だけが市民権を得ているが、診断の手續きに問題があると指摘した。それは、これらの手法で診断の基準となる指標はほとんどの場合平均値であるが、診断の際、その偏差を考慮する手續きが取られてこなかったということである。この「平均値の問題」を克服するため、標準比較法では標準を「常識として高尚なものであって他の規範たり得るもの」と定義し、標準の値は平均に標準偏差を加えたものを提案した。また、直接比較法が有効な診断方法となるためには、少なくとも、①均質な土壌条件の策定、②調査農家の選定、③大量性を保証する農業経営調査、④普及・計画につながる診断、の4点が充足されなければならないとし、土壌区分図利用による土地分級、層別抽出法による調査農家の選定、分散分析の援用による改善策を示した。

1970年代後半以降はパーソナルコンピュータの普及を背景として、計量的経営診断手法の開発や経営診断プログラムの開発が活発に行われた。生産関数に個別のダミー変数を導入し、各経営の技術水準を解明する研究が趙(1980)、松原(1978)などによってなされ、また、フロンティア生産関数や DEA によって、経営の効率を直接測定し、診断する方法も開発された(清水, 1974; 金, 1985; 小沢, 1990; 清水, 1990; 高橋, 1991; 溝田, 1995)。このほか主成分分析による診断法(松原, 1976; 森島, 1978)、判別関数による診断法(久保, 1976b)、線形計画法による個別診断法(久保, 1976a)などが開発された。この時期、普及の現場に近い都道府県の試験研究機関では、パーソナルコンピュータを利用した経営診断システムの開発が多数行われた。例えば農業研究センター(1988)がまとめた試験研究機関開発ソフトウェアに関する資料には、都道府県機関が作成した経営部門のソフトウェアのうち簿記記帳、診断、計画

に関するものが21本掲載されている。

また、最近では、インターネットを利用して経営者自らが自己診断を行えるサイトがいくつかある。例えば、農林水産長期金融協会簡易経営分析コーナー (<http://www.nokinkyo.or.jp/keiei2/index.htm>)、中央農業総合研究センターの農業経営意思決定支援システム (<http://keieikenkyu.narcb.affrc.go.jp/>) などである。

1) 現場における経営診断の状況

(社) 全国農業改良普及支援協会が運営する「EK-SYSTEM」は、普及指導員等が情報の共有をする目的で作られたシステムであり、データベースや掲示板などのサービスが提供されている。1992年以降の現地事例や活動成果情報等の情報が蓄積されたデータベースから「経営診断」をキーワードとして検索して得られた506レコードの、経営診断に用いられた手法を見ると、線形計画法4件、直接比較法4件、標準比較法1件、財務分析4件であり、それ以外は手法に関する記載がなく、単に「経営診断を行った」、「経営診断を行う必要がある」等の記述が多かった。このことから、過去に開発された様々な診断手法は、ごく一部を除いて現地に定着していないことがうかがえる。

では、実際にはどのような内容で経営診断がなされているのであろうか。以下では、千葉県の普及事業を事例に検討する。千葉県農林部農業改良課(1991)の事例集には、作物(主穀作)7、野菜25、花き2、果樹3、畜産11の合計48の分析事例が掲載されている。これらの事例は、「農業経営改善総合指導活動事業」の一環として、1985年から1990年に行われた「地域農業経営改善総合調査診断事業」の成果であり、古い資料ではあるが、普及組織がどのような内容で経営診断をしたかが分かる。分析事例はすべて個別経営対象の分析であり、作業日誌集計をした上で、部門別収支(または生産費)を明らかにしたものがほとんどであった。分析手法としては、財務分析手法3件、線形計画法4件、損益分岐点分析3件、直接比較法2件、県標準技術体系との労働時間比較1件で、その他は、収支または生産費把握以上の分析を行っていなかった。このほかに労働時間の詳細な分析、制度資金償還試算などが行われていた。また、ごく一部を除き、比較対象が明示されていないことから、算出した指標を普及指導員の持つ技術的基準ないしは常識と照合するという一種の標準比較法で診断を行っていると思われる。

2) 有効性のある経営診断実施上の課題

経営診断は経営者の目的の明確化、問題の発見、課題解決方策の策定、最適案の決定、方策の実行、実績の検討という意味決定プロセスの中で、経営者に対し問題発

見とそれに見合った課題解決方策を提示することであるといえる。藤谷(1998)は、農業経営診断の目的を達成するための基本課題として、①経営成果の評価基準の明確化と的確な評価指標の開発、②経営成果の規定要因ないし変動要因の解明、③個別経営および地域の立場からは操作できない経営管理外部要因の動向と影響予測、の3点を指摘している。これら3点について、先に見た普及現場における診断事例では、①の評価基準は普及指導員の技術的基準、あるいは地域の平均値であり、比較の基準として十分に吟味されているとはいえない。②は、線形計画法を援用した診断などを除けば、算出した経営成果や技術指標を平均値や普及指導員の技術的基準と比べるのみであり、経営成果の規定要因を検討していない。③は、一部で収量、単価を変動させた投資効果試算などが見られるが、全般的には検討されていない。

こうした点を改善するために、①では、土地分級や正確なサンプリングと大量調査に基づく直接比較法の実施、②では、経営成果の規定要因を可能な限り定量的に解明すること、③では、操作できない経営管理外部要因、例えば価格変化や制度変更などのシミュレーション等が考えられる。ただし、①については、経営診断のために系統的な大量調査を実施することは現実には困難であると思われる。そこで、統計の組み替え集計などが考えられ、主穀作や畜産では利用が可能であろう。しかし、園芸経営においては、同一作目であっても地域によって栽培技術が大幅に異なること、経営が複数の作目で構成されていること等の問題があり、有効な基準値を作ることには困難であろう。また、作目によっては、統計的有意性を求めるには等質的集団が小さすぎる場合もある。したがって、園芸経営では直接比較法のような手法で有効な経営診断を行うのは困難であり、線形計画法などの最適解や、DEA等による生産フロンティアを基準として診断すべきと考える。

さらに、経営診断の体制の問題がある。黒河(1997)は、これまで農業経営管理に対しての具体的な支援手法の代表として、線形計画法の開発とその援用分析が極めて有効な分析手法であったが、そのような支援手法技術の普及が立ち遅れてきたことに問題があったとし、「大学・試験場—行政—生産現場という情報が一方通行である、整理・仕分けされずに流れる、反対に流れが制限されること等の問題がある」と指摘している。経営診断が有効に行われるためには、研究の成果が一方的に現場に応用されるものと考えてのではなく、現場とのかかわりの中で研究を行うことが重要であり、そのためには、試験研究と普及が課題を共有し、共同で解決に当たることが重要で、それを可能にする体制が必要であるといえる。

注2)

以上のことから、園芸経営を対象にした経営診断を有効性のあるものにするためには、① DEA、線形計画法等による評価基準の明確化、②経営成果規定要因の解明、③個別経営が操作できない経営管理外部要因の動向と影響予測、④経営診断の実施体制の4点が基本的な課題となる。

注2) 改正農業改良助長法では、従来の「専門技術員」、「改良普及員」の区分を廃止し、「普及指導員」に一元化した。そのねらいは試験研究機関、農業大学、普及事業の3者が「有機的に連携・協働して取り組むことが重要」(普及事業の在り方に関する検討会、2003)ということであり、体制が整ったといえるのかもしれない。しかし、各都道府県によって実施体制が異なることなどもあり、結論が出るのは今しばらく先になるであろう。

第3節 DEAによる経営診断

本節では、前節で検討した有効性のある経営診断の基本的課題の視点から、DEAによる花き経営診断2事例を通して、園芸経営での経営診断を検討する。まず、DEAの理論的説明を行った後、ユリ栽培経営の診断事例から、非効率をもたらす要因の定量的把握と改善方策、経営診断実施体制について検討する。次に、ペゴニア栽培経営の診断事例では、非効率経営の作業記録から技術的問題点を抽出することを通して、経営成果を規定する要因の解明について検討する。

1. DEAに基づく効率の推定

DEA (Data Envelopment Analysis: 包絡分析法) は、最も優れたパフォーマンスを示した事業体(経営)を素材として「効率のフロンティア」を計測し、このフロンティアを基準として他の事業体の業績評価、効率値を測定する方法である。図5-1は、経営A, B, C, Dについて、各経営の産出(Y) 1単位当たり投入財 X_1 , X_2 の投入量を示している。経営A, B, Cの投入量 a , b , c を結ぶ線は、包絡線であり、これより左下での生産は行うことができず、右上でのみ生産が可能である。 a , b , c は包絡線上にあるので、経営A, B, Cは技術効率的である。経営Dの投入量 d は包絡線の右上にあるので、経営Dは非効率的であり、技術効率は Of/Od で表される。このとき、経営Dを非効率と判定させるのは経営B, Cの存在であり、経営B, Cを経営Dの優位集合また

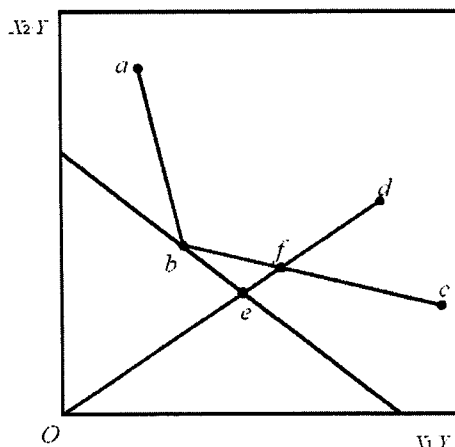


図5-1 経営Dの効率

は参照集合と呼ぶ。

be を通る直線は等価格線であり、経営Bは、技術効率的な経営A, B, Cの中で最も低いコストで生産をしているのでコスト効率(総体効率)的である。経営Dのコスト効率は Oe/Od で表される。また、資源の配分効率は、

$$\text{技術効率} \times \text{配分効率} = \text{コスト効率}$$

の関係から Oe/Of と表される^{注3)}。

技術効率の計測に用いられるモデルは数多く開発されているが、ここでは、最も基本的なCCRモデル(Charnes-Cooper-Rhodes Model)について説明する。

技術効率 θ は、投入財として X_1 (土地)、 X_2 (労働)、 X_3 (資本)、生産財として Y_1 (作物A)、 Y_2 (作物B)とすれば、(1)式の分数計画問題として定式化できる。しかし、このままでは解くことが困難であるため、これを(2)式に変形することにより、線形計画法で解くことができる。

$$\text{目的関数} \quad \max \theta = \sum_{r=1}^2 U_r Y_{rj0} / \sum_{i=1}^3 V_i X_{ij0}$$

$$\text{制約} \quad \sum_{r=1}^2 U_r Y_{rj0} / \sum_{i=1}^3 V_i X_{ij0} \leq 1 \\ (j = 1, \dots, n)$$

$$U_r \geq 0 \quad (r = 1, 2)$$

$$V_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3) \quad \dots (1)$$

$$\begin{aligned}
 \text{目的関数} \quad & \max \theta = \sum_{r=1}^2 U_r Y_{rj0} \\
 \text{制約} \quad & \sum_{r=1}^3 V_i X_{ij0} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^2 U_r Y_{rj0} - \sum_{r=1}^3 V_i X_{ij0} \leq 0 \\
 & \quad (j = 1, \dots, n) \\
 & U_r \geq 0 \quad (r = 1, 2) \\
 & V_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3) \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

また、コスト効率は、投入財 X_i の価格を P_i とすると

$$\begin{aligned}
 \text{目的関数} \quad & \min \sum_{i=1}^3 P_{i0} X_i \\
 \text{制約} \quad & - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + X_i \geq 0 \\
 & \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{r0} \\
 & \lambda_r \geq 0 \quad (r = 1, 2) \\
 & X_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3) \quad \dots (3)
 \end{aligned}$$

ここで、(3) によって最小化された投入量を $X^* = (X_1^*, X_2^*, X_3^*)$ とすると、経営 j のコスト効率値 λ は、実際のコスト C_j と最小化されたコスト C_j^* の比を取り、(4) 式で求められる。

$$\lambda = C_j^* / C_j = \sum P_{ij} X_i^* / \sum P_{ij} X_{ij} \quad \dots (4)$$

2. ユリの産地づくりと普及指導の方向

千葉県 A 町では、1990 年代後半、野菜から花き(ユリ)に経営転換を図る農家が増えてきたため、地元の普及センター^{注4)}ではユリ、特に「カサブランカ」を中心とした産地づくりを支援する課題を持っていた。普及活動上の問題点は普及対象農家の経営的性格・生産技術水準の把握、経営・技術指導の要点の抽出、球根単価の高い「カサブランカ」の種苗費を下げるために行われている自家養成の是非の検討、国庫補助事業による施設導入の是非の検討であった。

1999 年 1 月の時点で、普及センター側ではすでにユリを栽培する全農家の経営概況調査を行い、農協出荷分の出荷伝票の入力を終えていたが、ユリ栽培農家全体の問題点と個別経営の問題点の抽出、個別に補助事業導入の是非を検討するための分析方法を探していた。一方、試験場側では青色申告程度の会計データと若干の技術デ

ータで行える経営診断の事例データを探していた。両者の状況を把握していた専門技術員が調整し、普及センター、専門技術員、試験場 3 者が集まり A 町のユリに関する経営支援方策を検討することとなった^{注5)}。検討の方法としては、普及センターが聴き取り調査等で収集したデータをもとに試験場が分析を行い、その結果を受けて、とりうる対応策を協議し、農家側に提示することとした。国庫補助事業の導入の是非を検討するため分析の時間は限られていた。調査済みのデータは十分なものとはいいがたかったが、経営データを収集するためには聴き取り調査が中心にならざるを得ず、スタッフも不足していたため、新たな調査は行わず、基本的に手持ちの調査資料だけを用いて分析を行うこととした。また、研究としては不十分なデータであっても、手持ちの限られた資料を活用することによって診断方法の有効性を示すことこそ重要と考えたためでもある。

資料はユリ栽培経営 11 戸分の出荷伝票、経営概況調査結果のうち系統出荷が 75%以上と思われる 5 戸分のものと、11 戸のうち普及センターで技術レベルが「優れる」「普通」「劣る」とと思われる 3 戸を選定して行ったやや詳細な調査結果である。これらの資料を用いて経営の効率を DEA で測定することにより生産技術水準を把握し、効率的経営と非効率経営の特徴をとらえ、効率の規制要因を探り、より効率的な経営改善の方向を検討することによって、普及課題を抽出することにした。

1) 経営の効率性と各経営の特徴

DEA のモデルは技術効率の計測に CCR モデルを、また、コスト効率の計測にはコスト効率モデルを使用した^{注6)}。DEA の投入、産出は生産関数理論から考えれば通常、投入に土地・労働・資本の投入量(額)をとり、産出に生産量(額)をとる。しかし、本稿の分析対象農家では家族労働力は短期的には固定的とし、家族労働力 1 人当たりの収益を最大化するものにとらえて、投入には家族労働力 1 人当たり施設面積、使用球根数(「カサブランカ」、「その他ユリ」)、雇用労働日数を取り、産出に家族労働力 1 人当たり「カサブランカ」粗収益、「その他ユリ」粗収益をとる。また、投入の価格には施設減価償却費(推計)、「カサブランカ」球根単価、「その他ユリ」球根単価を各経営別に取り、雇用労働単価は地域の実情を考慮し、時給 700 円で 1 日 8 時間労働するものとして設定した。

表 5-1 に詳細な調査をした 3 戸と調査経営全体の投入、産出と DEA による効率性計測結果を示す。表の下段に DEA による効率値を示したが、普及センターが「優れた経営」とした経営 A、「平均的経営」とした経営 B、「劣る経営」とした経営 C のコスト効率は普及センターの評

表 5-1 診断農家の投入、産出と経営の効率

	単位	A	B	C	平均
施設	面積 (m ²)	1,414	1,497	1,775	2,024
	価格 (円/m ²)	289.9	328.4	244.2	277.4
球根数・単価	カサブランカ (球)	8,000	8,322	12,000	12,164
	価格 (円/球)	87.9	166.3	120.0	140.7
	その他ユリ (球)	24,571	47,480	38,400	29,990
	価格 (円/球)	80.8	61.8	51.7	72.6
雇用労働	雇い入れ日数 (人日)	5.7	39.2	48.0	25.6
	賃金 (円/日)	5,600	5,600	5,600	5,600
販売額	カサブランカ (千円)	3,326	2,591	3,814	4,892
	その他ユリ (千円)	5,430	7,103	4,841	4,335
1 球当たり販売本数	カサブランカ (本/球)	0.943	0.935	0.854	0.928
	その他ユリ (本/球)	0.926	1.105	0.789	0.876
1 球当たり販売額	カサブランカ (円)	415.8	311.3	317.8	387.1
	その他ユリ (円)	221.0	149.6	126.1	143.6
販売単価	カサブランカ (円)	440.7	332.9	372.4	415.7
	その他ユリ (円)	238.5	170.0	159.7	170.8
有利等階級販売割合	カサブランカ (%)	52.8	25.0	21.1	36.3
	その他ユリ (%)	25.1	4.3	3.2	9.1
有利時期販売割合	カサブランカ (%)	36.9	20.7	58.6	45.9
	その他ユリ (%)	54.7	59.0	79.5	61.2
コスト効率		1	0.8701	0.6416	0.8544
技術効率		1	1	0.8656	0.9493
配分効率		1	0.8701	0.7413	0.8948

表 5-2 DEA による改善案

経営		投入量および単価				販売額（千円）		販売額- 投入額 （千円）
		施設	カサブ ランカ球根	その他 ユリ球根	雇用 労働	カサブ ランカ	その他 ユリ	
B	現状値	1,497 m ²	8,322 球	47,480 球	39.2 人日	2,591	7,103	4,665
	効率値	1,850 "	10,465 "	32,140 "	7.5 "	4,351	7,103	7,078
	単価	328.4 円	166.3 円	61.8 円	5,600 円			(+2,413)
C	現状値	1,775 m ²	12,000 球	38,400 球	48.0 人日	3,814	4,841	4,527
	効率値	1,536 "	8,864 "	22,644 "	6.9 "	3,814	4,841	6,007
	単価	244.2 円	120.0 円	51.7 円	5,600 円			(+1,479)
A	現状値	1,414 m ²	8,000 球	24,570 球	5.7 人日	3,326	5,430	5,626
	単価	289.9 円	87.9 円	80.8 円	5,600 円			

価の順に並んでいる。経営 A は技術効率、配分効率ともに 1 で効率的であり、経営 B は技術効率は良いが配分効率のみが悪く、経営 C は技術効率、配分効率ともに悪かった。表から、効率的経営 A では有利等階級販売割合が高く、一方、技術効率も配分効率も低い経営 C では 1 球当たり販売額が劣るなどの特徴が読みとれる。

ところで、非効率な経営の投入および産出は、その経営の優位集合の投入および産出と、DEA の最適解から得られるウェイトとの加重和を算出すると、理論的には効率経営に転化することができる^{※7)}。これを、DEA による改善案として表 5-2 に示した。この改善案によれば、配分効率のみが悪い経営 B は施設と「カサブランカ」を増加させ、「その他ユリ」と雇用を削減し、「カサブランカ」の産出額を増加させることによって、コスト効率が 1 になり、241 万円あまりの改善になることが示されている。これは投入財の価格と投入量の関係が不適

正であることを示し、効率経営を基準にすれば「その他ユリ」よりも「カサブランカ」を増加させた方が有利であることを表している。次に、技術効率、配分効率ともに悪い経営 C はすべての投入を縮小し産出額が不変であればコスト効率が 1 になり得るが、その縮小は一様ではなく、「カサブランカ」よりも「その他ユリ」をより削減しなければならない。これも経営 B と同様に投入財の価格と投入量の関係が不適正であることを示している。また、経営 B、C とも雇用労働は 80%以上削減しなければならないが、これは経営 B、C の家族労働力 1 人当たり雇用労働日数が優位集合である経営 A のそれと比べて多いためである。また、改善案の球根 1 球当たり販売額は、「カサブランカ」ではどちらも 1.3 倍、「その他ユリ」では 1.5 ～ 1.7 倍と大幅に変わる。したがって、非効率経営が改善案を実現するためには単価の向上または 1 球当たり販売本数の向上は不可欠である。ただし、

表5-3 家族労働力1人当たり改善額

経営	実現値	販売単価改善	販売本数改善	球根単価改善
B	4,665	2,491 (53.4)	362 (7.8)	1,317 (28.2)
C	4,527	2,295 (50.7)	1,290 (28.5)	385 (8.5)
A	5,626	—	—	684 (12.2)

注1) 単位:千円, カッコ内%

2) カッコ内は改善額の実現値に対する比率

表5-4 出荷規格と販売単価の関係

独立変数	カサブランカ ($\bar{R}^2 = 0.735$)				オリエンタル ($\bar{R}^2 = 0.512$)			
	n=4609				n=3422			
	回帰係数	β	t	有意	回帰係数	β	t	有意
定数	89.578		10.436	**	27.912		3.917	**
秀 (D_s)	137.767	0.393	51.348	**	48.010	0.209	16.858	**
3L (D_{3L})	51.714	0.147	13.614	**	17.065	0.069	5.044	**
輪数 (RIN)	60.983	0.423	39.624	**	41.548	0.486	34.660	**

注1) 従属変数は単価 秀・優品のみ, 季節推定値は省略

2) β : 標準化回帰係数 t: t値

3) **: 回帰係数は1%水準で0と有意差がある

これらの改善案は優位集合をもとにした理論的な案であり, 必ずしも実現可能な改善案とはいえない。そこで, 以下では, 具体的な改善方策を検討する。

2) 改善の方向

上に示した改善案からは, 非効率経営の生産物単価あるいは球根当たりの生産性向上の必要性が示唆された。また, これら3経営の投入要素価格を見ると球根単価にかなりの違いがあること, その投入額が多いことが分かる。ここでは, これらの要因の改善が非効率経営にもたらす効果を試算し, 経営の改善方向を示していく。試算は, 現状の投入量を与件として①販売単価が効率経営Aと同一の場合, ②1球当たり販売本数が経営Aと同一の場合, ③球根単価が最も低い経営(「カサブランカ」は経営A, 「その他ユリ」は経営C)と同一の場合, の3つのケースの家族労働力1人当たり(販売額-投入額)を計算した(表5-3)。これらのケースのうち, 実現値に対して改善効果が最も大きいのは, ①の販売単価改善であり経営B, Cとも50%を超える。②と③の改善効果は技術効率の良否によって変わる。技術効率の良い経営Bでは②の生産量改善の効果は低く, ③の球根単価改善の効果は28%と大きい。技術効率が悪く「その他ユリ」の球根養成をしているために球根単価の安い経営Cでは②の生産量改善は28.5%と大きい, ③の球根単価改善効果は小さい。また, 効率経営Aは「その他ユリ」の球根養成栽培を行っていないためにその単価は高いが, これを経営Cと同じにすると, 12%改善される。

以上から, 非効率経営では販売単価の改善が最も重要

な課題であり, 続いて技術効率の悪い経営では生産量の改善, 球根養成を行っていない経営では球根養成の導入が課題となる。

次に, 販売単価改善の要点を明らかにするために市場出荷データから, 「カサブランカ」および「その他ユリ」の大半を占める「カサブランカ」以外のオリエンタル品種(以下「オリエンタル」)について, 出荷規格(等級, 階級, 輪数)と販売単価の関係を分析した。市場仕切書に記録された取引1件をデータの単位として, 以下のモデルで重回帰分析を行った。

$$P = a + b_1 RIN + b_2 D_s + b_3 D_{3L} + b_{4i} D_i \quad \dots(5)$$

$$(i = 2, 3, \dots, 12)$$

ただし P は単価, RIN は1本当たりの輪数, D_s は等級が「秀」のとき1, それ以外は0, D_{3L} は階級が「3L」であるとき1, それ以外は0のダミー変数であり, D_i は生産月が i 月 ($i=2\sim12$) のとき1, それ以外は0のダミー変数である。また, a および $b_1\sim b_{4i}$ は求めるべきパラメータである。結果は表5-4に示した。これら要因の重要度は標準化回帰係数 (β) の大きさから見る事ができるが, 「カサブランカ」でも「オリエンタル」でも輪数>等級>階級の順であった。したがって, 産地の技術指導ではこの点から見た優先順位を付ける必要がある^{注8)}。

表5-1の有利時期販売割合は, 非効率経営Cが最も高く, 経営A, Bと続いている。したがって, 効率経営Aは品質によって高価格を達成しているが有利時期

販売割合では劣っているので、効率経営であってもなお改善の余地がある。

3) 普及センターの対応

この診断結果をもとに普及センター、専門技術員、試験場の3者で対応方法の検討をした。個別の効率測定結果は普及センター職員が普及活動の中で得ていた感触を補強する結果であり、これをもとに、補助事業導入に関しては効率の低い経営に対して事業導入を再考するよう働きかけることとした。その結果、本事例の経営 B をはじめとして取りやめるものが数件、態度を保留するものも出た。次に、球根単価の問題では、普及センターとして球根養成を技術指導することとし、半数程度の経営が取り組むようになった。

また、市場出荷データを用いた回帰分析結果を受けて、価格に対する効果の高い「輪数」を重視し、効果の低い「階級」を整理する方向で出荷規格を変更するよう促すこととなった。「カサブランカ」および「オリエンタル」の出荷規格は等級と階級が 39 分類¹⁹⁾もあり、調製労働に非常に時間がかかることから、これを整理することにより労働節約の効果も生まれる。その意味からも、改善効果は高いものと思われた。その後、組合での検討を経て、等級・階級の分類数は 14 まで減らされた。

3. 作業日誌分析による非効率経営の改善方策の解明

経営診断では、経営成果の規定要因を解明し、できる限り具体的な改善の手掛かりを与えることが重要である。ここでは、1996 年に実施した千葉県内のエラチオール・ベゴニア栽培経営 8 戸の DEA による経営診断事例をもとに、非効率経営の効率規制要因の解明と、技術的改善策提示を検討する。

1) 効率経営と非効率経営の差異

DEA のモデルは CCR モデルとし、投入は施設面積、労働力、経常投入財、産出はベゴニア部門の所得とした。データは 1993 ～ 1995 年の税務申告書、1995 年の市場仕切書である。DEA の計測結果の詳細は割愛するが、技術効率の全平均は 0.643 (標準偏差 0.262) であり、最も技術効率的であった経営 E は 3 年間の技術効率の平均値が 0.833、最も非効率的であった経営 F の平均値は 0.233 であった。経営 E の特徴は 1 m² 当たり出荷鉢数が多く (22.7 鉢)、単価が高く (595 円)、1 鉢当たり花房数が多い (37 本) ことだった。これに対し経営 F は、出荷鉢数 16.8 鉢、単価 469 円、花房数 11.8 本とそのすべてにおいて劣っていた。

図 5-2 は経営 E、F の旬別出荷量 (1995 年) である。網掛けした時期が取引価格が年平均単価を上回る時期で、濃い網掛けの部分が特に高い (地方市場で 650

円/鉢以上) 時期を表している。単価が有利な時期を見ると経営 E に比べ経営 F は 3 月下旬～4 月中旬、10 月上旬～10 月下旬の最も有利な時期に売ることができなかったことが分かる。経営 E は春・秋あわせて最も有利な時期に約 25% 販売しているのに対し、経営 F は 7% しか販売していない。出荷計画ではこの時期に多く販売することを考えているはずであるから、計画通り販売できずに収益があがらないということであろう。

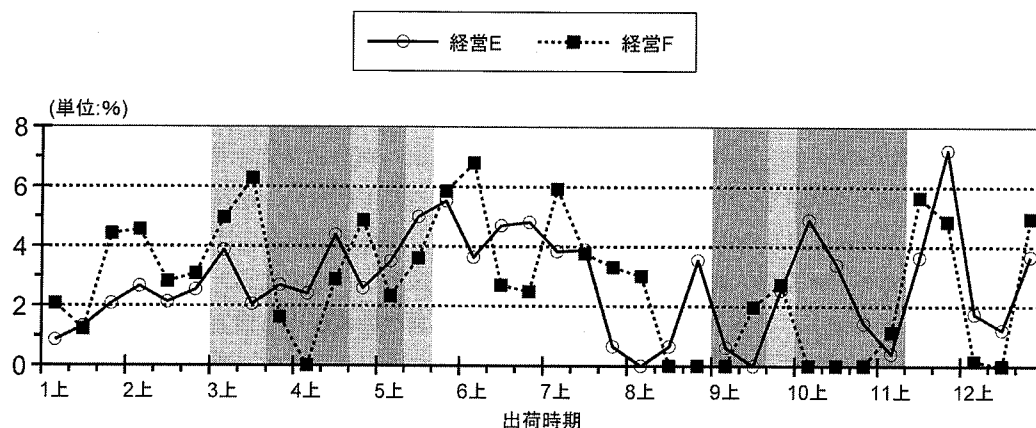
2) 非効率要因の特定と改善方策

エラチオール・ベゴニアは通常、親株の茎の一部分を切り取り、挿し床に挿す、いわゆる挿穂 (さしほ) によって増殖を行うが、標準的には挿穂をしてから 18 週目で出荷を開始し、出荷終了までの 20 週をひとつのサイクルとする。そこで、経営 F の作業記録から旬別の挿穂作業時間を算出し、旬別出荷鉢数とこれに対応する 13 旬前 (約 18 週) の挿穂作業時間を見たのが図 5-3 である。挿穂作業時間が挿穂本数に比例し、挿穂後 18 ～ 20 週で出荷していると仮定すれば、出荷量のピークは挿穂量のピークと同じところか 1 旬後にあるはずである。なお、単位はそれぞれ「挿穂総時間に占める割合」「総出荷鉢数に占める割合」で表している。挿穂時間と出荷鉢数のピークを見ると 6 月までの出荷が少しずつ遅れていることが読みとれる。また、特に 9 月上旬～11 月上旬出荷分では、挿穂したであろう本数に比べて、対応した出荷量が著しく低いことが分かる。

まず、年度前半の出荷の遅れについて検討する。出荷の遅れは 3 月上旬向けから始まって 6 月上旬にはほぼ収束している。この時期に出荷する作型の生育期は厳寒期に当たるが、エラチオール・ベゴニアの生育適温は 16 ～ 18 °C なので当然加温が必要である。生育中の気温、特に夜温が不足すると栽培期間が長くなり、場合によっては休眠することもある。したがって年度前半の出荷遅れは加温不足の疑いが強い。

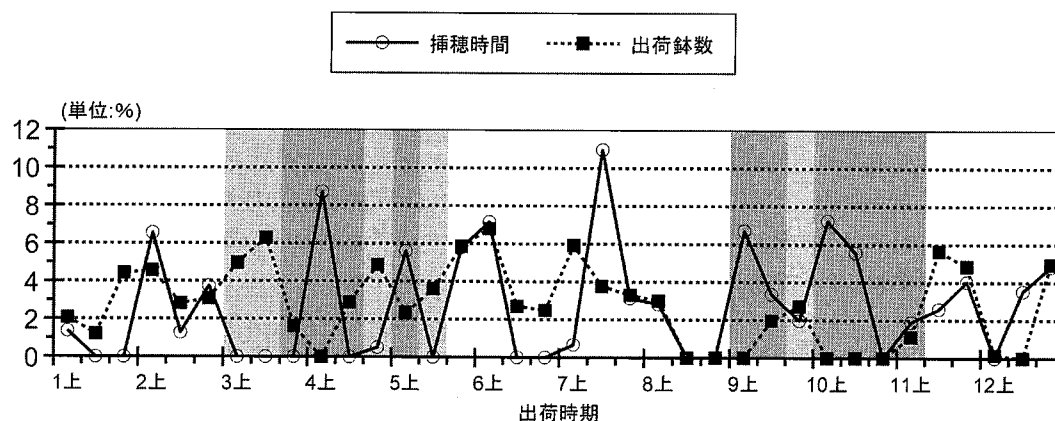
次に、年度後半の高価格時の出荷量について検討する。9 ～ 10 月出荷の作型では 7 ～ 8 月に、10 ～ 11 月出荷の作型では 8 ～ 9 月に花芽分化のために短日処理する必要がある。盛夏の夕方からシェードをかけるためどのような被覆資材を使用しても室温はかなり上がり、極めて難しい作型とされる。この時期に室温を抑えることができないと徒長し、高温が続けば花芽が抑制されるために商品価値を極端に損なうことになる。したがって、経営 F では盛夏のシェード技術に問題があると思われる²⁰⁾。

また、グラフからは挿穂作業時間にいくつかの大きな山があることが分かる。特に 7 月下旬に向けて約 11%、本数に換算すると約 3,000 本の挿穂を親株から切ることになる。5 月下～6 月上旬向け、10 月上・中旬向けの



注) 網掛け部分は有利時期、濃い網掛け部分は最有利時期を表す

図5-2 経営 E, F の全出荷量に対する旬別出荷量の比率



注) 網掛け部分は有利時期、濃い網掛け部分は最有利時期を表す

図5-3 経営 F の旬別挿穂作業時間比率と旬別出荷量比率

ように連続して大量の採穂をすることもあり、特定の時期に集中して採穂していることが分かる。このように親株を酷使すると、親株の老化を早め次第に細い穂が多くなり、良質な苗ができなくなってしまう。その結果、出荷時期になっても株張りが小さく、花房数が少ないという結果になっているものと推察される。この経営では毎年9～11月に親株を更新しているが、更新から半年以上経過した親株から繁殖した製品(9～11月期)はほとんど出荷できていないこともそれを裏付けている。

次に有利時期との関連であるが、春の最有利時期に向けて挿穂を行っているものの、挿穂時期が遅いことに加え、出荷が遅れているために、高価格時の出荷ができていないこと、秋の最有利時期に向けた挿穂は行っているが、ほとんど出荷できていないことが分かる。また、価格の低い7～8月に向けて大量の挿穂をしていることも分かる。

以上のことからこの経営では、まず、①冬期と夏期の昼夜温を常時モニターし、適切な温度管理をすること、

②高価格時期に向けた計画的な挿穂を持続的に行うことによって、なるべく親株を老化させずに良質の苗を確保すること、③出荷を遅らせないための計画的作業管理を行うことによって、有利時期の販売量を確保すること、の3点を改善点として指摘することができる。

注3) これらの効率性の概念については末吉(2001)を参照されたい。

注4) 現在の呼称は農林振興センターだが、ここでは研究実施当時の呼称を用いる。試験研究機関についても同様とする。

注5) 従来行われてきた、研究—専技—普及という情報の流れではなく、3者が情報、問題点等を共有し、認識の共通化、課題の分担を決定する、いわば「共同課題解決体制」を作った。

注6) DEAのモデルについては刀根(1993)に依拠し、刀根のプログラムにより分析を行った。

注7) 非効率経営の投入は、優位集合の投入とウェイト

の一次結合と余剰で表すことができ、同様に、非効率経営の産出は、優位集合の産出とウェイトの一次結合と不足で表すことができ、ここから改善案を作ることができる。詳しくは、刀根（1993）を参照。

注 8) 「輪数」、「等級」（主として茎の硬さ）、「階級」（長さ）のそれぞれを独立にコントロールするような技術は存在しないが、「輪数」を重視し、「階級」を重視しないという技術の方向性はある。また、後述するように出荷規格で重要度の小さい「階級」を整理するという方策も考えられる。

注 9) 等級は、「秀」、「優」、「B」、「無印」の4段階、階級は「3 L」、「2 L」、「L」、「M」の4段階、これらと輪数の組み合わせで、合計 39 分類で出荷されていた。

注 10) これらの技術的な問題点については主として標準技術体系（千葉県・千葉県農林技術会議，1996）を参考にした。

第4節 まとめ

本章では、経営診断のサーベイを行い、経営診断手法の開発は多数行われているが、普及現場の経営診断では直接比較法や線形計画法などごく一部を除いてほとんど定着していないこと、比較の基準が不明確なこと、経営

成果規定要因の解明が不十分なことなどを明らかにした。また、園芸経営では直接比較法で有効な経営診断を行うのは困難であることを示した。

以上の問題点を克服するため、花き経営を対象とした DEA による経営診断 2 事例を検討した。DEA を使用することによって、多出力に対応することができ、小サンプルであっても明確な基準に基づいた経営診断が可能となり、DEA の改善案から非効率の要因を知ることができ、そこから経営成果既定要因の解明を行い、具体的な改善方策を導出できることが明らかになった。DEA を使用することにより、花き経営においても酪農におけるフロンティア生産関数と同様に、経営に「当面の目標」を与え、問題の抽出を行うことができるようになり、具体的改善策は、品種別投入・産出記録、市場出荷データ、作業日誌などを活用することによって提示することが可能であることを示した。

また、ユリ栽培経営の事例では、経営診断体制についても検討したが、研究と普及が共同で課題解決に当たることによって、経営診断結果をもとにした改善策から、技術的な普及課題を策定し、指導に生かすことができた。

今後、経営診断が現地で定着し、農業改良に資するためには、このような分析を積み重ねていくことが必要であり、それが可能な体制を整備することが重要である。

終章 要約と残された課題

第1節 本研究の要約

本研究の目的は、実践性の観点から、農業経営分析の改善を試みることである。

序章では、まず、経営の目標・目的・手段についての概念を整理し、経営改善の定義付けを行った。経営者が経営改善を行うということは、当面の目標を設定し、経営の基本的問題点を摘出し、問題点を目的に転化し、その目的を達成するための手段を段階的に構築して目的一手段の体系化を行い、それらの目的にウェイトを付け、目的を達成しながら当面の目標に到達することであると定義した。

経営は「計画－実行－評価」の農場経営サイクルで運営されるが、この中で最も重要なのが計画であり、経営は計画に基づいて実行され、目的で評価される。経営者は、経営の基本的問題点を認識し、それを目的に転化し、目的一手段体系を構築し計画とする。したがって、農業経営分析が実践的であるということは、少なくとも問題発見機能と具体的改善策提示機能が備わっていなければならない。より具体的にいえば、経営者に対し①目標設定に対する情報を提供し、②基本的問題、重要問題を摘出、提示し、③「目的一手段体系」構築に対する情報を提供することで問題確定の過程に寄与し、④各対策の分析を行い、それぞれの効果を測定し経営者の意思決定、すなわち対策決定の過程に寄与するのである。

この点から従来行われてきた農業経営分析を見ると、経済分析や経営診断研究では、基本的問題、重要問題の分析は行えるが、具体的な経営改善策を策定することが困難であり、技術の経営的評価に関する研究では、改善策には具体性があるものの、基本的問題の発見能力が劣っているものが多かった、というように②～④のいずれかの部分に問題があった。また、①の「目標設定に対する情報提供」は「実際にどのような経営になり得るか」という情報であり、従来の農業経営分析では総じて弱かった。

そこで、本研究では分析対象に応じた手法を適用し、①～④の役割を満す農業経営分析の構築を目指すこととした。経営診断においては、Farrell (1957) によって提起された効率性概念を導入し、①の「目標設定に対する情報提供」と、②の「基本的問題、重要問題の摘出、提示」という要請に応え、同時に、ここで摘出した問題点

の関連資料活用により、具体的対策を立て③、④の要請に応える。技術の経営的評価では、線形計画法等を利用したシミュレーションにより、従来この分野の研究で弱かった②の「基本的問題、重要問題の摘出、提示」を行い、同時に、①の「目標設定に対する情報提供」も行った。

第1章～第5章は、実際の農業経営分析であり、第1章～第3章は、農業技術の経営的評価について、第4章と第5章は経営診断について取り扱った。

第1章では、水田の圃場区画の拡大が機械作業を効率化するメカニズムを解明し、経営の規模拡大にどのような影響を及ぼすかを明らかにした。まず、大豆と小麦の播種および収穫作業についてタイムスタディを行い、そのデータを用いて区画の大きさ別の圃場作業量（時間当たり作業面積）を求めた。そして、往復作業で行う播種では重複作業面積割合と単位面積当たり資材補給時間が効率を規制しており、区画が広いほどこれらが小さくなり効率が高まること、内回り作業で行う収穫では、圃場の縦横の長さが等しくなる1 ha までは同様であるが、それ以上では単位面積当たり90度回転数が効率を規制することを明らかにした。そのため、播種では1 haを超えると効率の伸びは頭打ちになるのに対し、収穫では1 haを超えても効率が伸び続ける。

では、経営的に見て最適な圃場区画はどの程度なのか。この問題に答えるために、圃場区画別技術係数を作成し線形計画法を適用したところ、区画が大きいほど規模も所得も大きくなるが、1 ha 区画と2 ha 区画では差が小さいこと、2 ha 区画では、最も限界価値生産力の高い大豆の収穫が1筆当たり1日で終わらないことなどにより、最適な圃場区画は1 ha 程度であると結論づけた。

ここで行った圃場区画拡大による作業効率化メカニズムの解明は、土地改良主体に対する基本的問題の提示であり、経営者の視点から明らかにした最適圃場区画は、それに応える具体的対策とっていいだろう。また、圃場区画別最適計画は、大規模水田作経営を志向する経営者の目標設定に対する情報となり得るものである。

第2章では、野菜の機械化による規模拡大と低コスト化の問題を取り扱った。その中でも、中国からの輸入急増が社会問題にもなったネギを対象とし、千葉県北東部のネギ産地において比較的大規模にネギを栽培する経営をモデル化し、作業機械化前・後の技術係数を作成し線形計画法を用いて評価した。まず、防除作業と収穫作業

を機械化した場合にどの程度規模拡大が可能かを見たと
ころ、わずか 10a であり、8%のコストダウンにしか
ならない。それは、収穫・調製時間の約7割が調製時間
であるために、収穫作業のみを機械化しても大きな省力
化にはならないからである。したがって、調製作業を機
械化しない限り規模拡大は進まないということを明らかに
した。

次に、千葉県と農機メーカーが共同で開発した全自動
調製機と、現地で導入が始まっていた半自動調製機のタ
イムスタディ・データをもとに技術係数を作成し、線形
計画法により評価した。半自動調製機を導入し効率的に
運用すると、収穫機も調製機も未導入の状態から比べれ
ば面積で 1.5 倍、コストで 76 %、さらに雇用を導入す
ることによって面積で 2.6 倍、コストで 66 %と大幅な
コストダウンが可能となる。しかし、ネギ作の担い手で
ある農家の多くは、家族労作的な経営であり、雇用労働
力を積極的に導入して規模を拡大する動きはあまり見ら
れない。このため、調製作業の外部化を図るシステムを
確立するなど個別経営の規模拡大を促す必要があると思
われる。また、千葉県が開発に携わった調製機 SK-004
型は、このままでは競争力がないためワンマンオペレー
ションの実現が普及のための必須条件であるという開発
側の目標を明らかにした。

ネギの低コスト化のためには調製作業の効率化が不可
欠であるという以上の分析結果は、規模拡大、低コスト
化を目指す経営や産地にとって基本的問題の提示であ
り、自動調製機の効果検証はそれに対応する具体的改善
策の効果提示である。

第3章では、球根性切花栽培における球根養成技術の
評価を行った。千葉県北部で基幹作物をスイカ、ニンジ
ンから、サンダーソニア等の花きに転換した経営では、
球根を全量ニュージーランドからの輸入に頼っており、
その単価は高く、切花単価が下落するにしたがって球根
購入によって生まれた負債が固定化する経営も現れた。
種苗費を低減させるために、球根の自家養成に取り組む
経営も多かったが、経営成果は経営ごとに大きな違いが
あった。そこで、球根の自家養成技術の水準を「養成歩
留り」、「切下歩留り」で表し、これを変化させながら多
段階線形計画法を用いたシミュレーションを適用し、「養
成歩留り」の格差が経営成果に大きな格差をもたらすこ
とを実証した。これにより、養成歩留りの低い経営では、
まず、球根養成技術の改善を行うべきであることを明ら
かにした。同時に、技術研究および普及は、従来着手し
ていなかった球根の自家養成技術を確立させることが重
要な解決すべき課題であることを明らかにした。

ここで行った球根養成技術の定量的評価は、従来、技

術の経営的評価で弱かった基本的問題抽出そのものを行
ったことにほからない。また、安定した球根養成技術の
確立が効果的な経営改善策であることを示し、技術研究
側と普及指導側に研究のポイントを明示し、具体的改善
策策定の取り組みを促した。

第4章では、酪農経営を対象に修正最小自乗法により
フロンティア生産関数を計測し、個別の技術効率と配分
効率を測定した。技術効率は、1頭当たり労働日数、1
頭当たり乳量、1頭当たり自給飼料作付面積に強く規制
されており、これらを改善すること、すなわち、飼養規
模拡大による1頭当たり労働日数減少、飼養管理改善に
よる産乳量増大、1頭当たり飼料作付面積の増加により効
率は高まることを明らかにした。

また、個別診断事例として最も効率の低い経営を取り
あげて改善方策を検討した。この経営は労働、乳牛、飼
料の生産性がいずれも非常に低水準であるが、その原因
を牛群検定成績と飼料給与方法から検討し、具体的改善
策として、飼料給与改善による産乳量向上、低能力牛淘
汰を挙げ、それぞれの改善効果を試算し提示した。

酪農では、ある程度等質的な経営が集団として存在し、
本事例のような牛群検定を実施している集団では、技術
的データが豊富に存在する。このような集団に対しては、
フロンティア生産関数に基づく農業経営分析により、経
営の当面の目標を与え、問題の抽出、具体的改善策提示
が可能である。

第5章では、花き経営を対象に DEA を用いて効率を
測定し経営診断を行った。花き経営が畜産経営などと最
も異なる点は、等質的な経営が集団として確保できない
ことが多いということである。DEA は多出力に対応で
きることで、フロンティアが少数の効率的経営のデータ
によって決定されるため、異常値に注意すればサンプル
数は計量的手法に比べて少なく済むという特徴を持つた
め、花き経営によく見られるような小さな集団にも適
用可能である。

ここでは、花き経営を対象とした DEA による経営診
断2事例を検討した。ユリの事例では、効率的経営と非
効率経営を直接比較し、非効率経営では販売単価を向上
させることが最も改善効果が大きく、販売単価を向上さ
せるためには、等階級よりも輪数を重視すべきであるこ
とを市場仕切書の分析を通して明らかにし、普及センタ
ーの技術指導の方向を提示した。また、ペゴニアの事例
では、最も非効率な経営の作業記録から有利時期に出荷
量が確保できておらず、その技術的要因を特定し具体的
な改善方向を示した。

このように、DEA を使用することによって、小サン
プルであっても明確な基準に基づいた経営診断が可能と

なり、DEA の改善案などから経営成果既定要因の解明を行い、関連資料を活用することにより具体的な改善方を導出できることが明らかになった。

以上のように、本研究では、分析対象に応じた手法を適用し、農業技術の経営的評価では経営の基本的問題の抽出が可能な方法を、経営診断では生産フロンティアを基準とすることで、経営の目標設定に対する情報を与え、具体的な経営改善策を提示可能な方法を提示した。これらの手法を分析目的および対象に応じて適用することによって、より実践的な農業経営分析の実施が可能と考えられる。

第2節 残された課題

以上の要約を踏まえた上で、最後に、今後取り組むべき課題について言及する。

かつて農村では、多数の均質的農家が産地を構成していた。農業経営研究もそのような産地を対象にすることが多かった。しかし、経営耕地面積3 ha以上の大規模層が増加する一方で、多数の小～中規模農家が高齢化、弱体化したり、生産者団体に依存しない独立した企業の経営や、独自販売チャネルを持つ少数の農家グループが出現するなど、産地の構成員の有り様も複雑化してきている。このような中では、従来、経営診断で行ってきたような大量観察手法は徐々に有効性を失っていくであろう。少数グループを対象にした分析では、本研究で示したDEAによる農業経営分析や、制約条件、技術係数を様々に変化させながら最適化する線形計画法を用いたシミュレーションは有効な手段となるであろうが、分析対象や問題に応じて分析方法は様々にあると考えられる。今後の産地や農村に適合する調査、分析方法のあり方を検討し、体系化することが、農業の振興や農村活性化の上で重要な役割をすると考える。

また、本研究で行った農業経営分析が直接農業経営改善に役立てられるためには普及事業などの指導機関による分析の実施と農家への支援が極めて重要である。また、農業経営分析を指導機関において利用することにより、指導課題の決定や指導内容明確化に寄与することができると考えられる。しかし、第5章第2節で触れたように、

現実の指導場面において農業経営分析手法はほとんど活用されていない。このような問題に対しては、「現場指導者が簡易に利用できる手法の開発」といったことがよくいわれる。しかし、農業経営分析を簡易かつ正確に行う方法を開発するのは容易ではないであろう。それよりは、多数の実証例を重ねて分析の一般化を図るとともに、問題に適合した分析手法の整理を行い、指導機関に提示していくことが必要であろう。

謝辞

千葉大学大学院園芸学研究科教授大江靖雄博士には、私が学位取得を決意し、初めて相談に伺ってから4年間にわたり、終始、温かい激励と御指導御鞭撻を頂いた。ここに、心より感謝申し上げる。また、学位論文審査において貴重な御指導と御助言を頂いた、千葉大学大学院園芸学研究科教授松田友義博士、准教授栗原伸一博士、同(当時)櫻井清一博士に心より感謝申し上げる。

大学院研修で在籍した修士課程で研究を指導していた千葉大学教授清水隆房博士(当時。後、千葉大学名誉教授。平成19年8月逝去)には、研究の手ほどきをしていただき、その成果は、本論文の第4章として結実した。また、修了後は熱心に学位取得を勧めていただいたが、私の能力不足と怠慢のために、今日まで延びてしまった。すでに先生は鬼籍に入られ、学位論文をお見せすることができないことは、悔やんでも悔やみきれない。

本研究の実施に当たっては、調査対象となった経営者の皆様、調査対象や地域が直面する問題を教えていただいた普及指導員の皆様、JAや酪農協の皆様のご多大なる御協力を頂いた。

元千葉県農業試験場農業経営研究室長小野敏通氏はじめ歴代の室長には、調査に関するご指導を頂くとともに快適な研究環境を与えて頂いた。また、本研究のとりまとめに当たり、大学院博士後期課程での学位取得を積極的に勧めてくださった、前千葉県農林総合研究センター長宇田川雄二博士を始め、応援していただいた千葉県農林総合研究センターの皆様にご多大なる御支援を賜った。ここに記して深く感謝の意を表する。

引用文献

- 天野哲郎・鳥越洋一・小川奎（1995）連作障害防止技術及び作付方式の経営経済的評価ーキャベツ産地における土壌病害を事例としてー. 農業経営研究. 33(2) : 11-21.
- 天野哲郎（2000）農業経営のリスクマネジメントー畑作・露地野菜作経営を対象としてー. 229pp. 農林統計協会. 東京.
- 千葉県農林部農業改良課（1991）農業経営改善モデル事例集ー農業経営改善総合指導活動事業ー. 329pp. 千葉県・千葉県農林技術会議（1996）花き栽培標準技術体系, エラチオール・ベゴニア. 37pp.
- 千葉県・千葉県農業技術会議（2001）Ⅲ稲作経営. 稲作標準技術体系. pp.130-142.
- 千葉県農林水産部農業改良課（2002）ネギ産地の発展に向けて. 106pp.
- Charnes, A., W.W.Cooper, and E.Rhodes(1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 2:429-444.
- ちばみどり農業協同組合（2001）農業生産総合対策事業, 新技術・新品種実証試験結果報告書.
- 趙錫辰（1980）生産関数分析における人的投入財ーその重要性並びに経済的意味をめぐってー. 農経論叢. 36 : 13-42.
- Dawson, P. J. (1985) Measuring Technical Efficiency from Production Functions: Some Further Estimates. *Journal of Agricultural Economics*. 36(1):31-40.
- 荏開津典生・茂野隆一（1983）. 稲作生産関数の計測と均衡要素価格. 農業経済研究. 54(4) : 167-174.
- 荏開津典生・茂野隆一（1984）. 酪農の生産関数と均衡賃金. 農業経済研究. 55(4) : 196-203.
- Farrell, M. J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistic Society. Series A, Part 3*, 120 : 253-281.
- Førsund, F. R., C. A. K. Lovell and P.Schmidt (1980) A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement. *Journal of Econometrics*. 13:5-25.
- 藤谷築次（1998）現代の農業経営分析の課題と領域. 現代農業の経営と経済. p.33. 富民協会. 大阪.
- 福田重光・新藤政治（1963）リスク・プログラミングー豆作不安定地帯の経営設計ー. 近代農業経済学. 工藤元・西村正一・高山崇・久保嘉治編. 471pp. 東京明文堂. 東京.
- 普及事業の在り方に関する検討会（2003）普及事業の在り方に関する検討会報告書. p.4. <<http://www.maff.go.jp/soshiki/nousan/fukyuuka/newsite/fukyu-arikata.htm>>
- 林清忠（1997）新技術導入過程における収益性と作業特性の統一的把握 第2報 ダイコン作における省力化技術体系の事前評価. 中国農業試験場研究報告. 18 : 13-30.
- Heady, E. O. (1962) 第1章 生産経済学の範囲と性質. 現代農業経済学. pp.4-6. 春秋社. 東京.
- 樋口昭則（1996）線形計画法による酪農技術の経営的評価ーフリーストール・ミルクパターラと集約放牧についてー. 農業経営研究. 34(3) : 104-109.
- 樋口昭則（1997）農業における多目標計画法. 274pp. 農林統計協会. 東京.
- 平泉光一（1990）圃場区画の差異が機械化作業の能率に及ぼす影響ーモデル解析による耕耘作業と収穫作業の比較ー. NARC 研究速報. 7 : 29-36.
- 堀内一男・福田重光（1972）畑作経営におけるリスクプログラミングの適用. 北海道農業試験場集報. 100 : 97-106.
- 今村幸生（1977）V. 農業経営設計に関する研究の展開ー数理計画法によるアプローチー. 武藤和夫・田口三樹夫・今村幸生・増田萬考・諸岡慶昇. 農業経営診断・設計及び計量的経営研究の展開. 農業技術研究所報告. H49 : 78-88.
- 稲本志良（1987）第3章 農業機械化と体系技術の進歩ー稲作の耕耘手段の変化を中心にー. 農業の技術進歩と家族経営. 236pp. 大明堂. 東京.
- 磯辺秀俊（1971）『農業経営学』. 250pp. 養賢堂. 東京.
- Johnston, J.(1984) Further topics in the k-variable linear model. *Econometric Methods*. 3rd ed. pp.249-250. McGraw-Hill. Singapore.
- 金沢夏樹（1984）農業経営学講義. 367pp. 養賢堂. 東京.
- 神崎博愛（1969）農業経営計画論. 251pp. 富民協会. 大阪.
- Kalirajan, K. P. and R. T. Shand,(1992) Causality Between Technical and Allocative Efficiencies: An Empirical Testing. *Journal of Economic Studies*. 19. 2 : 3-17.

- 川崎健・笹倉修司・中山正義・小林恭・小野良孝(1993) 大区画水田の水稻作機械化作業体系と適正区画規模, 農作業研究, 28(1): 9-18.
- 金正鎬(1985) 個別経営の技術効率とその源泉:北海道東部地域酪農経営を対象として, 農林業問題研究, 78: 20-27.
- 小池俊吉(1993) 二毛作地帯における乾田直播技術開発の意義と方向, 中国農業試験場研究報告, 12: 1-20.
- 久保嘉治(1961) 不連続線型活動分析に関する研究, 北海道大学農経論叢, 17: 119-96.
- 久保嘉治(1976a) 線形計画法による個別診断, 農業経営ハンドブック, pp.485-494, 全国農業改良普及協会, 東京.
- 久保嘉治(1976b) 線形判別関数による経営診断法, 農業経営ハンドブック, pp.495-500, 全国農業改良普及協会, 東京.
- 黒田誼(2005), 第6章 日本農業における技術変化の研究: 展望, 泉田洋一編 近代経済学的農業・農村分析の50年, 300pp, 農林統計協会, 東京.
- 黒河功(1997), 戦略的農業のための経営管理の課題と支援のあり方, 松原茂昌編著 戦略的農業のための意思決定, p.27, 農林統計協会, 東京.
- 前之園孝光・山田真希夫・新城恒二・田中農夫幸・柿内正敏(1983) 乳牛の自由採食飼養法に関する研究 II. コンプリートフィードにおける産乳量と飼料効率について, 千葉県畜産センター研究報告, 7: 5-12.
- 丸山義皓・R.J.フロインド(1966a) 農業生産に対する不安定性の作用—パラメトリック非線形計画法による接近—, 農業経済研究, 37(4): 154-159.
- 丸山義皓・R.J.フロインド(1966b) 不安定性下における生産計画の作用—非線形計画法による接近—, 農業経済研究, 38(1): 1-8.
- 丸山義皓・R.J.フロインド(1967) 予測, 不安定性, 生産計画—統計的手法及び非線形計画法の統合的利用—, 農業経済研究, 39(1): 1-12.
- 増田萬孝(1983) 農業経営診断の論理, 211pp, 養賢堂, 東京.
- 松原茂昌(1976) 主成分分析法による経営診断, 農業経営ハンドブック, pp.500-512, 全国農業改良普及協会, 東京.
- 松原茂昌(1978) 2.3.1 微視的生産関数と回帰分析, 応用統計ハンドブック, pp.157-166, 養賢堂, 東京.
- 溝田俊之(1995) 技術効率による酪農経営の診断, 農業経営研究, 33(1): 12-20.
- 森島賢(1978) 主成分分析法による農業経営の診断, 応用統計ハンドブック, 365-377, 養賢堂, 東京.
- 武藤和夫(1965) 「自立経営」の経営経済的分析(II) —土地改良地区における代表農家の経営設計に対する動態的線形計画法の適用—, 農業技術研究所報告, H33: 1-42.
- 武藤和夫(1980) 経営管理論的意思決定の方法, 農業経営学講座5 農業経営管理論, 地球社, pp.66-93.
- 中山徳良(2002) 水道事業の経済効率性の計測, 日本経済研究, 45: 23-40.
- 南石晃明(1991) 不確実性と地域農業計画, 254pp, 大明堂, 東京.
- 農業土木学会(2000) 土地改良事業計画設計基準・計画・ほ場整備(水田), 3360pp, 農業農村工学会, 東京.
- 農林水産省東北農業試験場総合研究部(1998a) FAPSシステムの技術評価・営農計画における適用例, 東北農試総合研究(B), 5, 60pp.
- 農林水産省東北農業試験場総合研究部(1998b) 経営支援普及活動におけるFAPS活用事例集, 東北農試総合研究(B), 11, 123pp.
- 農林水産省東北農業試験場総合研究部(1999) 園芸作物導入経営におけるFAPS活用事例集 FAPS新システムおよび関連システムの概要, 東北農試総合研究(B), 16, 153pp.
- 農林水産省農業研究センター(1988) 関東東海地域農業関係試験研究機関開発ソフトウェア一覧(1987年版), 455pp.
- 農作業試験法編集委員会(1987) II 農業機械, 資材類調査法, 農作業試験法, pp.8-25, 農業技術協会, 東京.
- 大石亘・秦隆夫・千田雅之・古家淳(1995), 酪農経営における受精卵移植技術を利用した和子牛生産の経済性評価モデル, 農業研究センター研究報告, 24: 41-53.
- 小沢亘(1990) 複合経営の経営効率性分析—DEAの適用可能性について—, 秋田県立農業短期大学研究報告, 16: 125-132.
- Richmond, J.(1974) Estimating the Efficiency of Production, *International Economic Review*, 15: 515-521.
- Russell, N. P. and T. Young (1983) Frontier Production Functions and the Measurement of Technical Efficiency, *Journal of Agricultural Economics*, 34: 139-150.
- 佐藤祐子(2002) バラ栽培経営における技能形成と経営効率格差, 農業経済研究報告, pp.1-24.
- 沢村東平(1971) 農場経営の意思決定, 313pp, 富民協

- 会。大阪。
- 関野幸二・猪之奥康治・高辻豊二（1998）カンキツ作経営における園内作業道・小型機械化技術導入の経済効果。農業経営研究。36(2)：89-94。
- 清水隆房（1974）施設園芸経営における技術的能率の計測。農林業問題研究。38：109-117。
- 清水隆房（1990）野菜作経営の経営分析—メロン栽培経営を事例として—。亀谷晃編著 現代農業経営分析論。pp.151-167。富民協会。大阪。
- 清水隆房・梁正熙（1993）畜産経営の経営診断とその展開。千葉大学園芸学部学術報告。43：15-28。
- Simon, H. A. (1965) 経営行動。330pp。ダイヤモンド社。東京。
- 塩谷幸治・佐藤和憲・大浦裕二（1998）キャベツ全自動収穫機の普及条件。関東東海農業経営研究。89：127-132。
- 末吉俊幸（2001）DEA に関する経済概念。DEA —経営効率分析法—。pp.24-27。朝倉書店。東京。
- 田畑保（1995）零細分散錯圃の現状と問題点。零細分散錯圃の解消に関する研究。NIRA 研究報告書。NO.950057。pp.13-40。
- 高橋克也（1991）フロンティア生産関数による稲作の効率性分析。農業総合研究。45(3)：83-101。
- 天間 征（1966）定量分析による農業経営学。208pp。明文書房。東京。
- 天間 征 編著（1993）酪農情報の経済学。221pp。農林統計協会。東京。
- Timmer, C. P. (1971) Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency. *Journal of Political Economy*. 79：776-794。
- 富樫千之・松森一浩・佐々木邦夫（1994）圃場の大区画化における作業量の変化について（第2報）有効作業効率のシミュレーション。農作業研究。29(3)：192-201。
- 刀根薫（1993）経営効率性の測定と改善、包絡分析法 DEA による。176pp。日科技連。東京。
- 辻 和良・熊本昌平・大西敏夫・藤田武弘・小西博文（2006）DEA によるウメ生産農家の経営効率性の計測と改善方向。和歌山県農林水技セ研報。7：19-34。
- 鶴岡康夫（2001）生産管理行動を考慮した稲作の規模拡大及び収益性に対する圃場条件の影響。農業経営研究。39(1)：1-13。
- 鶴岡康夫・小野敏通（2001）圃場区画の大きさ・形状が大型機械の作業能率に及ぼす影響。千葉県農業試験場研究報告。42：7-14。
- 上村幸正・恒川磯雄・宮崎昌弘・吉永悟志・香西修治・松島貴則（1995）新しい素材技術を取り入れた稲・麦・大豆輪作技術体系とその経営経済的評価。四国農業試験場報告。59：49-107。
- 鶴川洋樹（2002）畑地型酪農経営における集約放牧技術の導入条件。北海道農研研究報告。174：25-46。
- 鶴川洋樹・相原克麿・原珠里・藤田直聡（2002）畑地型酪農経営におけるアルファルファの導入条件。北海道農研研究報告。174：47-68。
- 梅本雅（1995）農業技術の経営評価。農業技術の経営評価マニュアル。農業研究センター。pp.8-13。
- 梅本雅（1996）水田複合経営における水稻乾田直播栽培技術導入の経営的評価。農業研究センター経営研究。35：25-40。
- 梅本雅（1999）土地利用型農業の経営診断指標。農業普及研究。4(2)：27-37。
- 梅本雅・大浦裕二・関澤宙朗（2000）インターネットによる農業経営診断システム。関東東海農業経営研究。91：51-55。
- 渡辺兵力（1978）農業の経営 —若い営農家のために— 第2次改訂版。245pp。養賢堂。東京。
- 山本和博（2006）農業技術の導入行動と経営発展 実践的農業経営研究へのアプローチ。129pp。筑波書房。東京。
- 山本直之・小池俊吉・圓通茂喜・大谷一郎（1997）畜産経営における胚移植技術導入の意義と評価。中国農業試験場研究報告。17：1-27。
- 頼 平（1991）第14章 農業経営管理方法の展開。農業経営学。pp.364-387。明文書房。東京。
- 財団法人日本不動産研究所（1997）田畑価格及び小作料調。46pp。

Summary

A Study of Practical Farm-Management Analysis

Toshiyuki MIZOTA

The purpose of this paper is to try to improve farm management analysis from a practical viewpoint. I defined the improvement process of farm management as follows: a manager sets up a tangible goal, extracts the substantial problem of management, then builds a means-end chain, and gives weight depending on its importance, and reaches to the goal by reviewing the concepts of "goal", "objective", and "means" of management.

From the above consideration I evaluated the "plan-do-see" cycle for farm management and pointed out that "plan" is the most important process in the cycle and farm management is performed based on a plan and evaluated by the objective. A manager recognizes the substantial problems of management, shapes these problems into the objective, and builds a means-end chain that is considered as a plan. Therefore, to establish a practical farm management analysis, information have to be offered in each stage of "(1) goal setting", "(2) extraction of substantial problems", "(3) means-end chain construction", and "(4) weighting."

Then I evaluated the previous studies from practical view point as follows. Although economic analyses or business-diagnosis studies on farm management were good at extraction of substantial problems, those studies were not good at the proposal of practical plans for problem solution. On the other hand, economic evaluation studies on farm technology could make concrete restructuring plans, but those studies were not good at detecting substantial problems. In this respect, many of previous studies had drawbacks somewhere in stages of (2) -- (4) nor successfully offered information to "goal setting".

Finally for practical farm management analyses, I proposed the measurement of farm management efficiency with the concept of production frontier, which enables practitioners to draw up a concrete plan for improvement by clarifying restriction against efficient management practice. I also proposed that simulation method by mathematical programming is an effective measure to get rid of constraints on farm efficiency and to come up with a plan for improvement.

Chapter 1 focused on the relationship between the size of paddy field and productive efficiency. To clarify the most efficient size of paddy field which realizes the improvement of productivity, it is necessary to investigate how the size of paddy work on productive efficiency. Therefore, in this chapter, I attempted to clarify the mechanism how the enlargement of paddy size improves operational efficiency. For this purpose, I simulated working efficiency based on time study, and made economic evaluation of every field lot. The results were as follows.

1) The operational efficiency was simulated based on time study, the efficiency rapidly increases until the field size reaches 1 ha in the case of sowing.; However, over 1 ha of field size, the efficiency hardly increases. On the other hand, in the case of harvesting, the efficiency gradually increases even over 1 ha of the field size.

2) In terms of the economic evaluation, when the field size becomes larger than 1 ha, the only factor that determines the size of field is operation hours of harvest. As a consequence, the operational efficiency increases up to 2 ha along with a increase in income. However, 2 ha lot were only very slightly higher in terms of scale and income compared with 1 ha lot: 4% increase in scale and 5% increase in income. Moreover, the operation of soybean harvest which is the highest marginal value product takes more than one day in the case of 2 ha paddy, which adds an extra cost. From these results, I concluded that the optimal field lot is 1 ha.

Chapter 2 focused on the issues of scale expansion and cost reduction of negi, i.e. Welsh onion, production by

mechanization. This chapter contains two studies. The first study clarified the effect of mechanization of chemical spraying and harvest work, and the second clarified the effect of mechanization of preparation work.

Since around 2000, competition in negi production became intense by sharp increase in import from China which inevitably drives farmers to face cost reduction. To address this issue, the linear programming model was made based on the farm survey in a negi producing area in the northeastern Chiba, and conducted an economic evaluation on the effects of mechanization by testing variable the technical coefficients.

The results shows that introduction of a sprayer and a harvester enabled farmers to have only 10% expansion and 8% of cost reduction, which were not large enough. This is because preparation time accounts for about 70% of whole harvest and preparation time, so the mechanization only on the harvest process does not generate enough labor saving effects. Consequently, the scale expansion and cost reduction will not be possible unless preparation work is mechanized.

In the second part of the chapter, The effect of mechanization of preparation work was investigated. The objectives are, first, to measure a mechanical capacity of the new full automatic negi trimming machine SK-004 which Chiba prefectural agriculture research center and dmr Ltd. jointly developed, and second, to evaluate an economic feasibility for farm use. The following were the main findings: (1) An on-farm test of trimming efficiency of the SK-004 was conducted at one negi farm in the northeastern Chiba. As a result, it trimmed 520 Welsh onions per hour. (2) A simulation analysis of introducing the machine to a typical negi farm (labor force 2.5 persons, upland field 1.5 ha, paddy field 3 ha) was applied. The optimum negi planted area was estimated as 1.58 ha, resulting the expected income of 7.07 million yen per year. Furthermore, by hiring three additional employees, the optimum planted area could be expanded up to 2.37 ha with an income of 9.05 million yen and (3) in order for the SK-004 to enhance its throughput capacity exceeding that of semiautomatic trimming machine, a further modification enabling one-person operation is necessary.

In chapter 3, the tuber production technology in floriculture was evaluated. In the northern Chiba area, there are floricultural farms which converted main crops into the sandersonia from the watermelon and the carrot. Nevertheless, every farmer had to use imported tubers which were expensive. Due to this high cost nature, some of those farmers incurred accumulated debts when the prices of cut-flowers dropped. To reduce the tuber cost, although many farms came to produce the tubers, results in terms of management efficiency differed from one farm to another. Then, I expressed the level of the cultivation technology of tuber production with the "tuber yield rate" and "tuber-offsets yield rate", the simulation by multi-stage linear programming was conducted along with variable "yield rates". Results clearly showed that the level of the "tuber yield rate" created a large difference among farms concerned in terms of management efficiency. Thus, it is crucial for those farmers who had the low rate of tuber yield to improve their tuber cultivation technology. Consequently, it should be noted that the technology improvement in tuber cultivation must be attained with the support of technical research and extension services, which eventually enable farmers to produce own tuber by themselves.

In chapter 4, I discussed the business diagnosis from an approach of management efficiency. The primary purpose of this chapter is to demonstrate a practical method of dairy farm business diagnosis. To achieve this, I analyzed the farm management efficiency and the technical indexes of individual cow to find influential factors of efficiency. The results are as follows:

1) I calculated both technical efficiency (TE) and allocative efficiency (AE) by using the frontier production function which can be estimated by the Corrected Ordinary Least Squares. I have found that TE is widely dispersed indicating that most farms are technically inefficient. In contrast, most farms are allocatively efficient besides few exceptions. I have concluded that TE is more important factor than AE in order to increase net return to land and labor.

2) I have also found that TE is greatly affected by the amount of labor input, the size of forage farm land,

and the level of milk yield. I can say that improving these indexes will contribute to raise TE and increase net return of each farm.

3) I have seen some differences in the direction of management improvements between the large-scale and small-scale farms. In order to improve TE, both increasing the level of milk yield and increasing the size of forage farm land are crucial factors in large-scale farms. On the other hand, it is more important for small-scale farms to improve labor productivity than to improve other two factors mentioned in large-scale farms.

4) I have found that demonstrating prospective improvements by following our suggestions in each farm's diagnosis will increase its effectiveness. For example, it is effective for the least technically efficient farm that I specify suggestions of "decrease the number of incompetent cows" and "increase the level of milk yield" in its diagnosis.

Chapter 5 focused on the business diagnosis of horticulture by the measurement of management efficiency. The objective of this study is to clarify what conditions are necessary to diffuse the practice of diagnosis of farm management focusing on horticulture. For the purpose, I reviewed studies on managerial diagnosis on farm management, and found the following points. (1) Although many diagnostic methods have been developed, only a few methods are practically used on farm level. (2) Many business diagnoses currently performed have some drawbacks, such as inappropriately defined standards and focused problems. (3) It is difficult to perform effective diagnosis with Method of Direct Comparison for horticultural farms.

In order to use farm business diagnosis by which these problems were corrected effectively in horticultural farms, I proposed a diagnosis method using Data Envelopment Analysis (DEA) with two case studies. The first case enables cooperatively researchers and the extensionists solve problems, and the second case clarified the method of the practical improvement in farm management.

To summarize, more practical farm management analysis can be attained by using those methods of the measurement of management efficiency and simulation of mathematical programming to overcome constraints and make realistic plans for the improvement of farm efficiency.